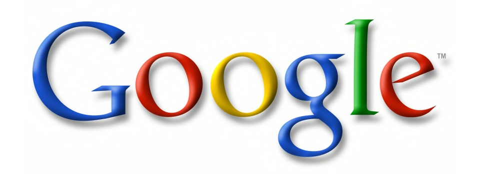
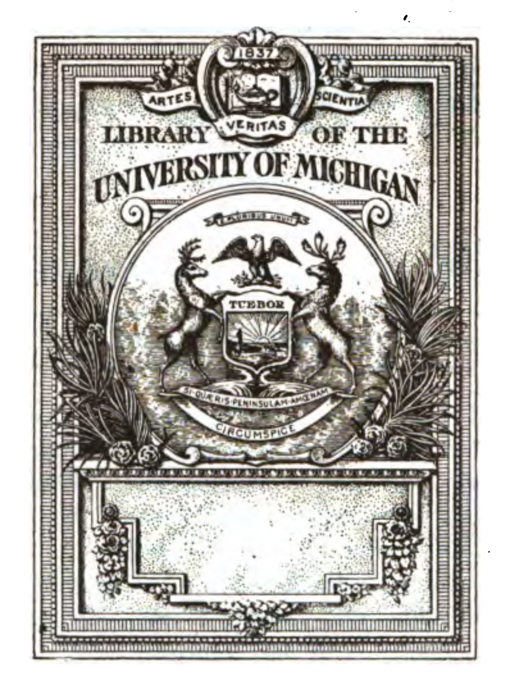




n

f.

zig

Ein-
und
der
nen,
Be-
be-
ung
dar-
rem
Zusammenhange miteinander, so daß das Ganze, wenn es vollendet vorliegt, eine einheitliche, systematische Darstellung unseres gesamten Wissens bilden dürfte.

Ein ausführliches Verzeichnis der bisher erschienenen Nummern befindet sich am Schluß dieses Bändchens

Geographische Bibliothek

aus der Sammlung Göschen.

Jedes Bändchen elegant in Leinwand gebunden 80 Pfennig.

Physische Geographie von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen Nr. 26.

Astronomische Geographie von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

Klimakunde. I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln und 2 Figuren. Nr. 114.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Professor a. d. Universität in Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

Physische Meereskunde von Prof. Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbildungen im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

Die Alpen v. Dr. Rob. Sieger, Priv.-Doz. a. d. Universität u. Prof. a. d. Exportakademie des k. k. Handelsmuseums i. Wien. Mit 19 Abb. u. 1 Karte. Nr. 129.

Gletscherkunde von Dr. Fritz Machaček in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.

Paläogeographie. Geologische Geschichte der Meere und Festländer von Dr. Franz Kossmat in Wien. Mit 6 Karten. Nr. 406.

Das Eiszeitalter von Dr. Emil Werth in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Abbildungen und einer Karte. Nr. 431.

Tiergeographie von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Königlichen Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

Pflanzengeographie von Professor Dr. Ludwig Diels, Privatdozent an der Universität Berlin. Nr. 389.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

— **der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Prof. am Francisco-Josephinum in Mödling. M. 11 Textkärtchen u. Profil. Nr. 63.

Landeskunde der Iberischen Halbinsel v. Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. M. 8 Kärtch. u. 8 Abb. i. Text u. 1 Karte i. Farbendruck. Nr. 235.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Universität Berlin. Mit 10 Textillustrationen und 1 Karte. Nr. 244.

— **des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Dr. A. Philippson, Professor der Geographie an der Universität Halle a. S. Nr. 359.

— **der Schweiz** von Professor Dr. H. Walser in Bern. Mit Abbildungen und einer Karte. Nr. 398.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Heinrich Kerp, Lehrer am Gymnasium und Lehrer der Erdkunde am Comenius-Seminar zu Bonn. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 202.

— **von Britisch-Nordamerika** von Professor Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 284.

Wenden!

Landeskunde der Vereinigten Staaten von Nordamerika von Prof. Heinrich Fischer in Berlin. Mit Karten, Figuren im Text und Tafeln. 2 Bändchen. Nr. 381, 382.

— **und Wirtschaftsgeographie des Festlandes Australien** von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 8 Abbildungen, 6 graphischen Tabellen und 1 Karte. Nr. 319.

— **der Republik Brasilien** von Rodolpho von Ihering. Mit 12 Abbild. und einer Karte. Nr. 373.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Professor an der Königl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abb. und 1 Karte. Nr. 176.

— **des Königreichs Sachsen** von Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnasium in Plauen. Mit 12 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 258.

— **des Königreichs Württemberg** von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

— **von Baden** von Professor Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 199.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 215.

— **der Rheinprovinz** von Dr. V. Steinecke, Direktor des Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 8 Kärtchen u. 1 Karte. Nr. 308.

— **des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** von Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.

Landes- und Volkskunde Palästinas von Privatdozent Dr. G. Hölscher in Halle a. S. Mit 8 Vollbildern und einer Karte. Nr. 345.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildungen. Nr. 73.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo, F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm und Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, neu bearbeitet von Dr. M. Groll, Kartograph in Berlin. Mit 71 Abbildungen. Nr. 30.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Sammlung Göschen

Paläogeographie

(Geologische Geschichte der Meere und Festländer)

Von

Dr. Franz Kossmat
Privatdozent an der Universität und Adjunkt an der geologischen Reichsanstalt in Wien

Mit 6 Karten



Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1908

Spamersche Buchdruckerei in Leipzig

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Die Beobachtung der Natur zeigt uns, daß die Erdoberfläche physikalischen und chemischen Einwirkungen ausgesetzt ist, deren Summierung im Laufe langer Zeiträume sehr erhebliche Veränderungen des geographischen Bildes hervorrufen muß. Wir sehen z. B. Wasser und Atmosphäre fortdauernd tätig, einerseits zerstörend, andererseits neue Bildungen — Sedimente — auf Kosten der alten aufbauend; wir finden die Kräfte des Erdinnern verkörpert im Phänomen des Vulkanismus und kommen schließlich beim Vergleiche von Produkten derartiger Naturvorgänge der Gegenwart mit den Gesteinen der Erdkruste zum Ergebnis, daß letztere durch das Ineinandergreifen ganz analoger Prozesse entstanden sein müssen und eine ununterbrochene Reihenfolge von der Urzeit bis zur Gegenwart bilden[1]). Durch die gesetzmäßige Aufeinanderfolge ausgestorbener Tier- und Pflanzengesellschaften, deren Reste den Sedimenten eingebettet sind, erhalten letztere einen historischen Inhalt, nach welchem man sie gruppieren (Gliederung in Formationen) und systematisch über die Landoberfläche verfolgen kann.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sich die Kenntnis von der Verbreitung und Beschaffenheit der geologischen Formationen derart erweitert, daß die Versuche gerechtfertigt sind, das Beobachtungsmaterial zu Rekonstruktionen des geographischen Bildes der wichtigsten Zeitalter zu ver-

[1]) Zur ersten geologischen Orientierung diene E. Fraas: Geologie, diese Sammlung.

werten, wenn auch die vorhandenen Schwierigkeiten einen vollkommenen Erfolg von vornherein ausschließen. In weiten Landgebieten sind ja viele Bildungen früherer Zeiten durch die Wirkungen der Atmosphärilien entfernt („denudiert"), in anderen wieder unter jüngeren Ablagerungen begraben. Allerdings gestattet uns die Vergleichung der Faunen- und Florenreste, viele Lücken dieser Art zu überbrücken, aber der Umstand, daß mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche durch Meeresbedeckung der Beobachtung entzogen sind, bildet immer ein Hindernis für die Lösung vieler wichtiger Fragen.

Die zur Ergänzung paläogeographischer Darstellungen entworfenen Übersichtskarten können selbstverständlich auf Genauigkeit der Konturen und auf getreue Wiedergabe der Flächenverhältnisse keinen Anspruch erheben, da außer den bisher erwähnten Faktoren auch die niemals ruhenden Bewegungen der Erdkruste eine Verzerrung des Bildes bewirkten, welche innerhalb der durch Faltungen gebildeten Kettengebirge ein sehr beträchtliches Ausmaß erreicht. Als Hauptaufgabe der graphischen Darstellung bleibt daher die Bestimmung der relativen Lage größerer Festlandmassen und Meeresgebiete.

Die Mercatorkarte, welche früher für derartige Zwecke mit Vorliebe gewählt wurde, hat den Nachteil, durch übermäßige Verzerrung der Circumpolargebiete eine Reihe der interessantesten Beziehungen zwischen den nördlichen Teilen der Neuen und der Alten Welt in eine so wenig übersichtliche Form zu bringen, daß sie mitunter direkt eine Fehlerquelle wurde; am besten eignen sich Projektionen der Halbkugeln größter Land- und größter Wassermasse[1]), wobei in der Regel die Darstellung der ersteren genügt, da die meisten Probleme im Zusammenhang mit den auf ihr enthaltenen Kontinenten

[1]) Eine solche wurde von A. de Lapparent 1906 in der 5. Auflage seines Traité de géologie gewählt.

besprochen werden können. Beim Entwurf der beigegebenen Kärtchen wurden außer sehr mannigfachen Daten der Spezialliteratur mehrere, aber untereinander in vielen Stücken abweichende Rekonstruktionen (vor allem von Lapparent, Frech, Chamberlin-Salisbury) benutzt. — Quellenzitate können im Text nicht gebracht werden, es mögen daher hier zur weiteren Orientierung mehrere Hauptwerke genannt sein, von denen die mit * bezeichneten durch zahlreiche Hinweise auf das in der Literatur niedergelegte Beobachtungsmaterial ein weiteres Forschen erleichtern.

Literatur.

*Lapparent, A. de, Traité de Géologie. Vme édit. 3 Bände. Paris 1906.

*Lethaea geognostica (Palaeozoicum bearbeitet von F. Frech). Noch nicht vollständig erschienen. Nägele Stuttgart.

*Sueß, E., Antlitz der Erde. 3 Bände. Tempsky, Wien.

*Kayser, E., Formationskunde. 2. Aufl. Stuttgart 1902.

*Haug, E., Les géosynclinaux et les aires continentales. Bull. soc. géologique de France. Paris 1900.

*Chamberlin, T. C., und Salisbury, R. D., Geology. 3 Bände. Holt, New York 1906.

Geikie, J., Textbook of geology. 4. Aufl. London 1903.

Neumayr, M., Erdgeschichte. 2 Bände. Leipzig, Bibliograph. Institut 1886. 2. Auflage, bearbeitet von V. Uhlig 1895.

Koken, E., Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Tauchnitz, Leipzig 1893.

Arldt, Th., Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Engelmann, Leipzig 1907 (vorwiegend biogeographisch).

Bemerkungen über die vorcambrische Zeit.

Man hat als archaische Formationen jene enorm mächtigen, vorwiegend durch das Auftreten von kristallinischen Schiefergesteinen, wie z. B. Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Phyllit usw., charakterisierten Bildungen bezeichnet, welche allenthalben die tiefsten versteinerungführenden Formationen unterlagern und mithin die ältesten uns sichtbaren Bestandteile der Erdkruste darstellen. Bekanntlich setzen die versteinerungführenden Ablagerungen der paläozoischen Zeit bereits mit einem ziemlichen Reichtum an verschiedenen Tiergruppen ein; wir vermissen jene primitiven Merkmale, welche wir für die Anfangsstadien organischen Lebens voraussetzen, müssen also den Beginn des organischen Lebens in die archaische Ära zurückverlegen. Zudem hat man schon an vielen Stellen zwischen den ältesten paläozoischen Schichten und einem kristallinischen Urgebirge noch Ablagerungen („Algonkische Gruppe" der Amerikaner) in der Mächtigkeit von vielen tausend Metern gefunden, welche sich zum Teil als altvulkanische Oberflächenprodukte (Laven, Tuffe usw.), zum Teil als normale Sedimente (Konglomerate, Sandsteine, Tonschiefer, Kalke) erweisen und wiederholt mangelhafte Spuren organischer Reste geliefert haben; aber bei dem Mangel an brauchbaren Leitfossilien ist man noch nicht in der Lage, diese in den verschiedensten Erdteilen bekannten Bildungen nach ihren Altersbeziehungen zu ordnen und so ein Bild von der räumlichen Verteilung der Sedimentation in einem bestimmten präcambrischen Zeitabschnitt zu erhalten. — Hier ist es nur wichtig, festzustellen, daß mit dem Cambrium nicht ein ganz neues Entwicklungsstadium des Erdkörpers beginnt, sondern ein — man darf vielleicht sagen — zufälliger Abschnitt, welcher nach unseren jetzigen Kenntnissen die ersten, für eine Parallelisierung der Schichten verwertbaren Faunenreste einschließt.

Paläozoisches Zeitalter.

1. Cambrium.

Aus den ältesten Schichten der paläozoischen Formationsreihe kennt man die Reste von Faunen, welche zwar im allgemeinen wenig artenreich sind, aber bereits die wichtigsten Gruppen der wirbellosen Tiere umfassen. Die wertvollsten Leitfossilien liefert uns die Crustaceenordnung der Trilobiten, daneben finden wir aber auch die ersten unscheinbaren Reste von Schnecken, Muscheln und in großer Häufigkeit hornschalige Brachiopodenschalen (Lingula, Obolus), Spuren von Würmern (Annelida), spongienähnliche Fossilien (Archaeocyathus) usw. Die ganze Zusammensetzung der cambrischen Faunen läßt uns nicht darüber im Zweifel, daß wir es mit marinen Formen zu tun haben.

Von Europa ragten nur einzelne Partien auf, der größte Teil gehörte dem Meere an, wenn auch die vorwiegend aus Trümmergesteinen (Konglomerat, Sandstein, Schiefer) bestehenden Ablagerungen nicht auf ozeanische Tiefen, sondern auf Küstennähe hinweisen.

Wie die präcambrischen Sedimente zeigen, war die Erdoberfläche schon vor Beginn des paläozoischen Zeitalters in Land- und Wasserflächen gegliedert, aber das Cambrium setzt mit einer beträchtlichen Verschiebung der Uferlinien[1]) ein; denn in sehr vielen Gegenden beobachten wir, daß die Gesteine des Untergrundes bereits vorher durch gebirgbildende Bewegungen aufgerichtet waren und daß auf ihre Kosten die Basiskonglomerate des Cambriums an der Front eines vordringenden Meeres entstanden.

[1]) In mancher Beziehung dem Verhalten der Oberkreide vergleichbar.

Nord- und Ost-Europa.

In den mittleren Teilen Englands (Wales, Shropshire) ist der Typus der küstennahen Ablagerungen besonders deutlich entwickelt; die Formation beginnt in der Regel mit mächtigen Konglomeraten und wellengefurchten Sandsteinen, in welchen fragliche Wurmspuren meist die einzigen Versteinerungen sind, während das wichtigste Leitfossil, die älteste Trilobitengattung: Olenellus, nur in seltenen, meist durch Wellenschlag zertrümmerten Resten auftritt; in den mittelcambrischen, durch die Trilobitengattung Paradoxides ausgezeichneten Schichten und in der noch jüngeren Stufe mit Olenus herrschen aber Tonschiefer vor, welche beweisen, daß sich das Meer vertieft hat, wenn uns auch gelegentliche gröbere Einschaltungen nicht die Nachbarschaft der Küste vergessen lassen (über deren vermutliche Lage vgl. S. 16). Ähnliche Verhältnisse herrschten in Schottland und Irland. Das Meer erstreckte sich weithin über Skandinavien, wo seine Ablagerungen besonders im südlichen Teile auftreten; seine Spuren finden sich im westlichen Finnland (Björneborg) und kommen entlang der Südküste des Finnischen Golfs an der Basis der großen Schichtentafel, welche den größten Teil von Rußland einnimmt, als langer, schmaler Saum zum Vorschein.

Die Fossilienreste sind in diesen Gegenden, wo die ruhige Lagerung der Schichten nur wenig gestört wurde, in der Regel besser erhalten als in England, dessen cambrische Gesteine allenthalben die Wirkung eines nachträglichen intensiven Gebirgsdruckes aufweisen, daher oft steil aufgerichtet und zerbrochen sind. Die Aufeinanderfolge der wichtigsten, durch besondere Leitfossilien gekennzeichneten Abteilungen (1. Olenellus-, 2. Paradoxides-, 3. Olenusschichten) ist in beiden äußerlich so verschiedenen Regionen auffällig übereinstim-

mend; während aber in England diese Faunenreihe an eine 2000 bis über 4000 m mächtige Schichtfolge gebunden ist, zeigt sich in Nordosteuropa der gleiche Wechsel oft innerhalb einer Gesteinsreihe von kaum 100 m Stärke. Dabei finden sich in letzterem Gebiete oft umgeschwemmte cambrische Tierreste bereits im untersten Silur eingebettet, es lag also an der Formationswende die alte Festlandoberfläche hier nur wenig tiefer als zu Beginn des Cambriums, während im benachbarten England die Niveauverschiebung mehrere tausend Meter betrug. Es muß sich also im letzteren Falle die betreffende Partie der Erdkruste allmählich gesenkt haben, so daß sie schließlich die Gestalt einer ungeheuren flachen Mulde („Geosynclinale") annahm, welche imstande war, die vom Festland herabgeschwemmten großen Sedimentmassen aufzunehmen, während es im skandinavisch-russischen Gebiete zu keinen so bedeutenden Niveauverschiedenheiten und infolgedessen auch zu keiner so bedeutenden Sedimentansammlung kam.

Daß sich diese Meeresbildungen unter der jüngeren Gesteinsdecke auch weiter nach Süden erstrecken, zeigt sich an vereinzelt aufragenden Resten im westlichen Rußland (obere Beresina) und Polen (Kielce); hingegen vermissen wir die cambrischen Ablagerungen sowohl über dem Urgebirge von Südrußland (Dnjepr- und Buggebiet), als auch entlang der mehr als 20 Breitegrade langen alten Achse des Ural. Wir müssen nach den bisherigen Kenntnissen annehmen, daß wir in diesen Gegenden bereits auf dem Boden eines damaligen Kontinents stehen, welcher — wie weiterhin hervorgehoben werden soll — einen erheblichen Teil von Innerasien einnahm.

Mittel- und Südeuropa.

Weitere Fixpunkte für die Bestimmung der Meeresgebiete finden wir hingegen in Mittel- und Südeuropa.

Die alten Gebirge der Bretagne und Normandie und die Ardennen enthalten mächtige Tonschiefer und Quarzsandsteine, welche nach ihrer Lagerung und ihren allerdings sehr spärlichen Versteinerungen den früher erwähnten Bildungen von Irland und England entsprechen; hingegen besteht das französische „Zentralplateau" (westlich der Rhone) aus Urgebirge und Resten postcambrischer Gesteine; erst am Südrande dieses vielleicht insularen Gebietes finden sich bei Cabrières Paradoxidesschichten, welche weiterhin auf der Pyrenäenhalbinsel (besonders in Asturien, Leon und der Sierra Morena) sehr verbreitet sind und auch einen Teil des Gebirges von Sardinien aufbauen.

Von der cambrischen See, welche also zweifellos einen großen Teil des südwestlichen Europa überflutete, sind bisher in den östlichen Mittelmeerländern, Italien inbegriffen, keine Spuren bekannt; auch in den an alten Gesteinen reichen Zentralzonen der Alpen und Karpathen fehlt noch der Nachweis dieser Ablagerungen.

Sehr reich entwickelt ist die Formation hingegen bei Ginetz und Skrej mitten im Terrain der böhmischen Urgebirgsmasse. Mächtige Basiskonglomerate und darauf lagernde Sandsteine und Schiefer zeigen auch hier das Vordringen eines Meeres über einen älteren Festlandsockel und seine allmähliche Vertiefung an. Die reiche Fauna, welche besonders durch wohlerhaltene Trilobiten (Paradoxides bohemicus, Conocoryphe Sulzeri usw.) ausgezeichnet ist, besitzt in der ganzen Art der Vergesellschaftung ihrer Tierformen und in dem Auftreten mehrerer gemeinsamer Arten eine auffällige Übereinstimmung mit dem Vorkommen der westlichen Mittelmeerländer, so daß trotz der heute ganz isolierten Lage des böhmischen Cambriums damals eine offene Meeresverbindung in dieser Richtung bestehen mußte.

Es verdient aber Erwähnung, daß in Böhmen und viel-

leicht auch in anderen Gebieten von Mitteleuropa die Überflutung später erfolgte als in der englisch-skandinavischen Region, denn es fehlt die Olenellusfauna; auch trat noch vor dem Silur eine Trockenlegung ein, die Olenusschichten wurden nicht abgelagert oder bald wieder durch Abwaschung entfernt, während im Norden an den meisten Stellen zwischen beiden Formationen gar keine oder nur eine geringe Unterbrechung der Sedimentbildung zu beobachten ist — dort lag also die Hauptdepression. Das eine Merkmal haben aber alle cambrischen Ablagerungen Europas miteinander gemeinsam: sie enthalten nicht Absätze eines offenen, freien Ozeans, sondern fast nur ufernahe Bildungen und sind daher entschieden „epikontinental". Ein großer Festlandsblock muß im Süden gelegen sein; denn in ganz Afrika sind trotz der großen Ausdehnung, in welcher die alten Gesteine auftreten, noch nirgends ältere Meeresablagerungen als spärliche Silurreste und relativ ausgedehnte Devonschichten gefunden worden.

Asien.

In Asien sind mehrere große Komplexe cambrischer Schichten bekannt, es ist aber noch nicht gelungen, sie in direkte räumliche Verbindung mit den europäischen Vorkommnissen zu bringen. Wie auf S. 11 bemerkt, sind in Süd- und Ostrußland die cambrischen Ablagerungen nicht vertreten, noch weiter östlich aber bilden sie im Gebiete der großen ostsibirischen Flüsse Jenissey, Olenek, Lena die Unterlage ausgedehnter Tafelländer, welche im Norden zum Eismeer abdachen, im Süden und Osten von den zahlreichen Gebirgsketten Zentral- und Ostasiens umrandet sind. Eine Analogie mit der Beschaffenheit des großen russischen Tafellandes ist in bezug auf die Lage gegenüber dem System der europäisch-asiatischen Gebirge und in bezug auf die Aus-

bildung der Schichtserie entschieden vorhanden. Wir finden hier wieder über dem Urgebirge und den groben Ablagerungen, welche die Serie eröffnen, Schiefer und Kalke mit Olenellus und anderen cambrischen Trilobiten, sowie mit den auch in Europa vorhandenen eigentümlichen Archäocyathinen und müssen annehmen, daß eine weite Meereseinbuchtung hier ähnlich in das Kontinentalgebiet eindrang, wie in Skandinavien und Rußland.

Es liegt wohl in beiden Fällen die erste Andeutung des auch in späteren Formationen durch seltene Konstanz ausgezeichneten arktischen Meeres vor, denn auch auf der amerikanischen Seite wurde vor wenigen Jahren in 79° N. auf Grinnell-Land trilobitenführendes Cambrium entdeckt.

In den großen Kettengebirgen am Baikalsee und in der Mongolei liegt archaischer Festlandboden vor, der erst während des Devon stellenweise überspült wurde. Zieht man aber vom sibirischen Tafelland einen Schnitt über dieses alte Kerngebiet von Hochasien hinweg gegen Südosten, so trifft man in Nordchina (Liautung) und Korea auf Bildungen, welche ähnlich wie im Lenabecken zusammengesetzt sind und u. a. eine Anzahl bezeichnender Trilobitentypen des europäischen und des westamerikanischen Cambriums enthalten, also mit beiden Regionen freien Faunenaustausch besaßen.

Das Meer muß von hier auch weit nach Westen eingedrungen sein, denn in den Hochgebirgen von Spiti, im zentralen Himalaja entdeckte man obercambrische Trilobiten in einer bedeutenden Serie von Schiefern, Dolomiten, Quarziten. Die Meeresablagerungen dieser Zeit bilden heute im Himalaja als steil aufgerichtete Gesteinsbänke Berge von mehr als 6000 m Höhe und zeigen uns klar die weitgehenden Unterschiede, welche zwischen dem jetzigen Relief der Erdkruste und der früheren Verteilung von Höhen und Tiefen bestehen.

Auch die kleine, aber für die geologische Kenntnis äußerst bedeutsame Salzkette im Pendschab weist cambrische Schichten auf, welche durch das Auftreten von Sandsteinen mit Abgüssen von Salzkristallen auf Lagunen entlang einer Küstenzone hinweisen. Im Zusammenhang damit ist es wichtig, festzustellen, daß im Halbinselgebiet von Indien trotz der langjährigen geologischen Studien, welche hier durchgeführt wurden, keine cambrischen, ja überhaupt keine marinen paläozoischen Schichten zwischen dem Urgebirge und seiner Decke von jüngeren Gebilden festgestellt werden konnten, so daß wir in dieser Region wohl einen Bestandteil des großen afrikanischen Kontinentalblocks erblicken dürfen, welcher in der späteren geologischen Geschichte eine sehr bedeutende Rolle spielt.

Zwischen den Vorkommnissen des Himalajagebietes und den europäischen klafft eine ungeheure Lücke, und es ist heute nicht möglich zu sagen, ob die ersteren bloß einer Bucht des pacifischen Meeresgebietes angehörten oder ob — wie in einer langen Reihe späterer Formationen — eine Kommunikation entlang des heutigen Kettengebirgsgürtels bis nach Europa bestand; die Ähnlichkeit der Faunen spricht mehr für das letztere; man darf nicht vergessen, wie zahlreiche paläozoische Gebilde unbekannter Formation noch weitere Entdeckungen in Aussicht stellen.

Amerika und Australien.

Sehr eingehend erforscht sind die entsprechenden Ablagerungen in Nordamerika, wo die älteren Gebilde in besser zusammenhängenden Flächen und Streifen entwickelt sind als in Europa. Von Bedeutung ist der Umstand, daß ein als „acadische Provinz" bezeichneter Abschnitt der atlantischen Uferregion (Neufundland, Neuschottland, Neubraunschweig, Maine) in der Fauna und Gliederung seiner cambrischen

Litoralablagerungen eine vollkommene Übereinstimmung mit Nordwesteuropa besitzt und unmöglich durch ozeanische Tiefen von ihm getrennt sein konnte; man muß vielmehr annehmen, daß der Festlandgürtel, neben welchem sie entstanden, quer über den nördlichsten Teil des Atlantischen Ozeans verlief und diesen Austausch der Faunen ermöglichte. Der Küstensaum muß sich während des unteren und mittleren Cambriums (Olenellus- und Paradoxideszeit) weiterhin von Labrador bis Alabama (3000 km), wo er wieder zum Ozean hinausläuft, in der Grenzregion zwischen den Prärien und dem jetzigen Appalachengebirge erstreckt haben, denn wir finden in letzterem die Schichten vom Alter der Olenellus- und Paradoxidesstufe entwickelt, während im Untergrund der Prärien beide fehlen und erst das obere Cambrium auf das Grundgebirge übergreift. Überall wo im Gebiete des arktischen Archipels, an den großen Seen, im Mississippigebiet oder in den Llanos von Texas die Basis der Formationsreihe sichtbar ist, fehlen die tieferen cambrischen Bildungen, und erst die oberen Schichten der Formation (Potsdam-Sandstein) treten als Decke über dem Urgebirge auf. Es war also zu Beginn des Paläozoicums das Innere von Nordamerika Festland — der „algonkische" Kontinent der amerikanischen Geologen —, während der heutige Appalachengürtel untergetaucht war und das offene Meer sich nach der ganzen Situation der Ablagerungsreste über das Gebiet des heutigen mittelatlantischen Beckens erstreckte. Aus der Flachsee der Appalachenregion ragten zeitweise mehrere langgestreckte Gebirgsachsen von Urgestein (z. B. die Green Mountains, Teile der Blue Ridge usw.) auf, denn Trümmer ihres Gesteinsmaterials finden sich in den benachbarten Sedimenten.

Es scheint, daß diesen alten Gebirgsachsen eine wichtige Rolle in der späteren Gebirgsanlage und auch in der Abgrenzung von Faunenprovinzen beschieden war.

Denn als zur Zeit des oberen Cambriums das durch atmosphärische Denudation schon stark abgetragene „algonkische" Festland unter einer bis über die heutigen Felsengebirge des Westens reichenden Flachsee verschwand, war es nicht die in Europa und im acadischen Gebiete heimische Olenusfauna, welche von diesem Areal Besitz ergriff, sondern eine vorwiegend anders zusammengesetzte, man darf sagen spezifisch amerikanische Tierwelt, in welcher die Gattung Olenus allgemein fehlt (Dicellocephalus-Schichten oder Potsdam-Sandstein). Es müssen damals große Veränderungen vor sich gegangen sein, deren Wirkung noch in den späteren paläozoischen Formationen fühlbar ist; denn z. B. im Silur kommen die Sedimentmassen des Appalachengürtels nicht mehr von einer westlich gelegenen Uferzone, das algonkische Festland ist ja untergetaucht, sondern von einer nordöstlich und östlich — also schon großenteils auf atlantischem Boden gelegenen Zone. Es liegt nahe, anzunehmen, daß die Bewegung, welche den algonkischen Kontinent gegen Ende des Cambriums unter Wasser setzte, in Wechselbeziehung steht mit einer aufsteigenden Bewegung am atlantischen Saume.

Durchquert man das Gebiet der Vereinigten Staaten, so sieht man in den zahlreichen kurzen Gebirgszügen, welche aus den Wüsten von Nevada, Utah usw. aufragen, wiederum mächtige cambrische Meeresablagerungen von der untersten bis in die oberste Stufe entwickelt, ja der Absatz reichte an vielen Stellen ohne Unterbrechung in vorcambrische Zeit zurück. Man hat also in dieser Gegend den Bereich des „algonkischen" Festlandes überschritten und tritt in pacifische Randgebiete ein. Dieser Typus erstreckte sich über die Felsengebirge der nördlichen Vereinigten Staaten und über jene von Britisch-Kolumbien, während sich die mittleren und südlichen Felsengebirge in ihrer paläozoischen Geschichte mehr an die Prärien anschließen.

So zahlreiche Ausblicke auf uralte geographische Grundzüge die älteren Formationen Nordamerikas eröffnen, so dürftig ist das Material, welches diesbezüglich aus Südamerika vorliegt. Bis jetzt ist die Provinz Salta in Argen-

tinien das einzige Fundgebiet cambrischer Versteinerungen (Obercambrium mit Olenus) in diesen ungeheuren Territorien. Etwas besser bekannt ist Australien, wo der größere westliche Teil Kontinentalgebiet gewesen zu sein scheint, während in den Kettengebirgen des Ostens (von der Halbinsel York bis Tasmanien) an mehreren Stellen charakteristische Trilobitengattungen des Cambriums und auch Verwandte der Archäocyathusformen aufgefunden worden sind. Diese Bildungen nehmen also zum Pacifischen Ozean eine ähnliche Stellung ein wie jene in China, im westlichen Nordamerika und Argentinien; man darf sie wohl als Anzeichen für die Existenz großer pacifischer Meeresgebiete auffassen, deren Randbildungen weit auf heutige Kontinentalgebiete übergriffen.

Zusammenfassung.

So lückenhaft naturgemäß auch das Bild der ältesten Formationen ist, so treten doch einige Grundzüge deutlich heraus. Wir sehen Landmassen als Kern des späteren asiatischen Kontinents, wir müssen ein ungeheures afrikanisches Kontinentalgebiet annehmen, welchem vielleicht die indische Halbinsel und das westliche Australien in irgend einer Form angegliedert waren. Das mittelatlantische Meeresbecken war schon vorhanden, denn seine Randzonen erstreckten sich einerseits tief nach Europa hinein, andererseits nahmen sie den östlichsten Teil von Nordamerika ein. Das Meeresgebiet, welches den nördlichen Teil von Europa überflutete, dürfte wohl in direktem Zusammenhange mit jenem gestanden sein, welches das nordsibirische Tafelland bedeckte: ein Teil des arktischen Gebietes der Gegenwart war zweifellos damals schon Meer. Außerdem aber müssen auch größere Festlandgebiete in den nordischen Regionen vorhanden gewesen sein, denn die mächtigen altpaläozoischen Sedimentmassen von England und Irland weisen auf Festländer im Gebiet des heutigen Nord-

atlantischen Ozeans hin; wahrscheinlich stellt der erst im Obercambrium überflutete algonkische Kontinent einen Bestandteil derselben dar. Eine sehr große Ausdehnung besaß wohl der Pacifische Ozean, auf dessen reichliche Randbildungen hingewiesen wurde.

Anmerkung: Von großem Interesse sind die Entdeckungen untercambrischer glazialer Blockablagerungen mit gekritzten Geschieben im Jangtsekianggebiete und in Südaustralien (Adelaide). Vgl. auch den Abschnitt: Perm.

2. Silur.

Die silurische Formation ist in weit befriedigenderer Weise durchforscht und in größerer Mannigfaltigkeit der Entwicklung bekannt als das Cambrium. Während in letzterem die eintönigen Zerstörungsprodukte archaischer Gesteine ganz auffällig vorherrschen, stellen sich im Silur an sehr zahlreichen Stellen mächtige Mergel- und Kalkabsätze ein, Korallenriffe und verschiedenartige Muschelbänke nehmen zum ersten Male einen hervorragenden Anteil an der Gesteinsbildung. Überhaupt ist der Reichtum der organischen Welt auffallend groß, von wirbellosen Tieren vermissen wir keine der wichtigeren Klassen mehr, manche von ihnen, wie die mannigfaltigen Formen der nautilusähnlichen Cephalopoden und der Riesenkrebse (Eurypterus, Pterygotus), erreichten damals den Höhepunkt ihrer Entwicklung. Zugleich erschienen die ersten Wirbeltiere, und zwar verschiedene Formen von Knorpelfischen als Vorläufer der devonischen Fischfaunen. Im Vergleich zu diesem Reichtum der Tierwelt erscheint die Pflanzenwelt, soweit sie bisher bekannt ist, äußerst ärmlich; ihre Spuren beschränken sich auf Meeresalgen und wenige Reste von Landpflanzen, welche erloschenen Kryptogamengruppen (Bothrodendron z. B.) angehören.

Europa.

Skandinavisch-Russische Region.

Ein sehr schön umschriebenes Ablagerungsgebiet stellt die nordosteuropäische Silurentwicklung dar, als deren Typus das südliche Skandinavien gelten kann. Der Übergang in das Cambrium vollzieht sich meist in der Weise, daß in einem eng begrenzten Horizont mit den älteren Trilobitenformen bereits die später herrschenden Asaphiden u. a. vergesellschaftet sind; doch machen sich an manchen Stellen (Jemtland z. B.) Bewegungen geltend, durch welche zu dieser Zeit vorübergehend Trockenlegung, verbunden mit einer teilweisen Zerstörung früherer Ablagerungen, erfolgte. Ein auffälliger Grundzug des nordischen Untersilur liegt in der weiten Verbreitung von ziemlich gleichartig entwickelten marinen Kalken, welche durch Reichtum an gerade gestreckten Nautiliden (Orthoceras), an Trilobiten, Cystideen ausgezeichnet sind; doch greifen häufig Graptolithen führende Schiefer als schmale Zwischenlagen in diese Ausbildung ein und verdrängen schließlich in manchen Gegenden, besonders im Süden (Schonen), die Kalkentwicklung fast gänzlich. Auch das Obersilur, welches allerdings häufiger der späteren Abtragung zum Opfer gefallen ist als die tieferen Ablagerungen, zeigt vorherrschend kalkige Ausbildung, welche auf der Insel Gotland durch einen staunenswerten Reichtum an marinen Tierresten ausgezeichnet ist.

Prachtvoll erhaltene Korallen bilden echte Riffkolonien, welche in ihren Wachstumsverhältnissen eine auffällige Ähnlichkeit mit den Riffen der heutigen tropischen Meere zeigen, wenn auch die alten Korallengattungen schon längst durch andere abgelöst worden sind. An anderen Punkten, so in mehreren Gegenden von Südschweden, ist auch diese Abteilung durch Graptolithenschiefer vertreten, in welchen

allerdings wieder andere Formen erscheinen als im Untersilur.

Die im früheren Abschnitt erwähnte cambrische Zone von Nord-Rußland ist von silurischen Ablagerungen begleitet, welche den schwedischen in allen Hauptstücken gleichen. Das nordische Silurmeer, welchem alle diese Vorkommnisse angehören, überflutete große Teile des flachen russischen Tafellandes, es erstreckte sich bis ins polnische Mittelgebirge (Sandomir) und in das Dnjestrgebiet. In letzterem hat man aber schon die Anzeichen der Abflachung des Meeresbeckens, denn die tieferen Silurbildungen fehlen, und erst während des Obersilur dringt das Meer über die Granitregion Podoliens vor. Eine ähnliche Erscheinung ist auch im Timangebirge zu beobachten; man nähert sich also, vom skandinavisch-baltischen Gebiet ausgehend, gegen Süden und Osten einer Festlandregion, welche später unter Wasser gesetzt wurde als das Ausgangsgebiet.

Wie eine flache Tafel liegen im Umkreis des Baltischen Golfs noch heute die Ablagerungen, welche diese alten Meere hinterlassen haben; erst mit der Annäherung an die skandinavischen Gebirge und in diesen selbst sind sie nachträglich heftigen gebirgbildenden Bewegungen ausgesetzt gewesen, daher auch im Aussehen verändert („metamorphosiert"), so daß stellenweise (Bergen) eine Verwechslung mit dem Urgebirge möglich wäre, wenn nicht die Versteinerungen den Sachverhalt erkennen ließen.

Großbritannien.

Während in dem bisher besprochenen Gebiet das Silur als eine Periode verhältnismäßig ruhiger Ablagerung von marinen Sedimenten erscheint, machen sich in England gleichzeitig starke Bewegungen der Erdkruste, verbunden mit häu-

sigen vulkanischen Eruptionen, geltend. Die höchsten Berge von Wales und Shropshire — dem klassischen „Siluria“, von welchem die Formation ihren Namen empfing — bestehen aus mächtigen Laven von Porphyriten und Felsiten, welche zusammen mit Tuffen den Meeressedimenten des Untersilur eingebettet sind. Der Strand kann während dieser Zeit niemals ferne gelegen sein, denn Breccien und Konglomerate von Eruptivgesteinen in häufigem Wechsel mit Sandsteinen und Schiefern kehren in verschiedenen Horizonten wieder, und an manchen Stellen sieht man einen hohen Horizont dieser Gesteinsserie (die Balaschichten) mit Strandkonglomeraten unmittelbar auf alten Untergrund übergreifen. Die intensivsten Veränderungen fanden kurz vor Ablagerung des Obersilur statt, die vorher abgelagerten Schichten wurden nämlich gefaltet, erhoben sich über den Meeresspiegel und waren den zerstörenden Wirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt, bevor die See wieder eindrang und die fossilreichen Sandsteine, Mergel und Kalke des Obersilur ablagerte, welche in ihren Faunen sehr nahe Übereinstimmung mit den gotländischen zeigen.

Man kann der von neuem vordringenden Küstenlinie nachgehen, wenn man die Spuren der Silurmeere gegen Norden und Westen verfolgt. In Irland, Nordengland (Seengebiet und Nordwales) besteht auch das Obersilur aus mächtigen Massen klastischer Gesteine, in welchen Graptolithenschiefer noch als Einlagerungen auftreten; auch Eruptivgesteine fehlen nicht. In Südschottland verrät sich die Nähe des Landes nicht nur durch die Beschaffenheit des Gesteinsmaterials, sondern auch durch das Auftreten von Landpflanzen und Skorpionen, sowie von Fischen, welche ihre nächsten Verwandten im „Alten roten Sandstein“ des Devon haben, wo sie außerhalb des Bereiches mariner Bildungen erscheinen.

Noch weiter nördlich fehlen die Spuren des Silur überhaupt; hier liegen erst die Devonbildungen auf dem archaischen und cambrischen Untergrund, welcher hier zur Silurzeit nicht mehr Schauplatz der Sedimentbildung, sondern gebirgbildender Bewegungen war, deren erste Vorboten wir bereits in Wales und Shropshire finden. Die gewaltigen Faltungen und Überschiebungen der Gesteinsmassen, die von Südwest nach Nordost das nordschottische Gebiet durchziehen, bilden nur einen Ausschnitt eines großenteils im Atlantischen Ozean begrabenen Kettengebirges, das seine Fortsetzung im früher erwähnten skandinavischen Hochland hatte und mit seinen Verwitterungsprodukten jedenfalls einen sehr erheblichen Anteil an der Entstehung jener gewaltigen Sedimentmassen nahm, welche die Silurserie an seiner Südabdachung aufbauten.

Mittel- und Südeuropa.

Wie im Cambrium, so erstreckte sich auch während dieser Formation das Meer über den größten Teil von Mittel- und Südeuropa, wobei die zahlreichen Gebiete, welche an der Wende beider Zeitabschnitte über den Meeresspiegel aufragten, wieder überflutet wurden (Transgression des Untersilur).

Die Bretagne und Normandie vermittelt die Verbindung mit dem englischen Ablagerungsgebiet; auch in Belgien (Brabant) ist das Silur, freilich nur in geringer Ausdehnung, unter den jungen Auflagerungen bloßgelegt. Hingegen vermißt man diese Formation in der Hauptregion des Zentralplateaus und trifft sie erst auf dessen Südabdachung in den Corbieren wieder an. Portugal und Spanien scheinen großenteils vom Meere bedeckt gewesen zu sein, und selbst auf das nordwestliche Afrika griff die Überflutung über, wenn auch nur Graptolithenschiefer be-

kannt geworden sind. Sardinien gehörte dieser Meeresregion an, hingegen fehlen die Anzeichen bisher in den so gut erforschten Westalpen und im Apenningebiet. Es müssen wohl in verschiedenen Gegenden Mitteleuropas einzelne insulare Landgebiete aufgeragt haben.

Das Gebiet der Ostalpen war ganz oder wenigstens großenteils vom Meere bedeckt, denn in der nördlichen und südlichen Grauwackenzone sowie am östlichen Ende der Zentralzone ist das Silur gut entwickelt und bietet eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit der heute vollkommen isolierten „Silurmulde" des mittleren Böhmens, welche als der Typus der mitteleuropäischen Entwicklung gelten kann und eine ganze Serie äußerst reicher Meeresfaunen in sich schließt. Auch die Vorkommnisse im Thüringer Walde und Fichtelgebirge schließen sich hier an, so daß trotz der außerordentlichen Zerstückelung der älteren Formationsreste die Zahl der Fixpunkte ausreicht, um ein annäherndes Bild der großen Meeresausdehnung zu geben.

Im allgemeinen kann man von diesen mitteleuropäischen Vorkommnissen sagen, daß während des ersten Abschnittes der Silurzeit vorwiegend Trümmergesteine zum Absatz gebracht wurden; eisenschüssige Sandsteine und selbst Eisensteinlager finden sich in großer Verbreitung und stehen zweifellos in ursächlichem Zusammenhang mit den zahlreichen submarinen Eruptionen dunkler Laven (Diabas), deren Eisengehalt durch Wasser teilweise ausgelaugt und in den verschiedensten Formen abgesetzt wurde. Im Obersilur herrschten meist ruhigere Ablagerungsverhältnisse; die bezeichnendsten Gesteine sind dunkle Graptolithenschiefer und fossilreiche Kalke, welche darauf schließen lassen, daß infolge größerer Ausdehnung der Überflutung die Zufuhr groben Trümmermaterials von den aufragenden Landpartien geringer war als vorher. Man kennt tatsächlich diese Schichten in grö-

ßerer Verbreitung als die älteren; so finden sich die obersilurischen Graptolithenschiefer im Erzgebirge, in den nördlichen Sudeten, im Harz usw. Interessant ist die Erscheinung, daß man an einigen Stellen eine Ausbildung der oberen Silurabteilung kennt, welche an Verhältnisse im nördlichen England erinnert; im nördlichen Kellerwald findet man nämlich Uferbildungen mit eingeschwemmten Landpflanzen. Da auch im nördlichen Belgien (Brabant) die gleichalterigen Bildungen einen litoralen Charakter besitzen und mächtige Einschaltungen von Eruptivgesteinen zeigen, kann man auf die Vermutung kommen, daß in einer bestimmten Zone, die heute allerdings unter den jüngeren Bildungen großenteils begraben liegt, eine wenn auch nicht geschlossene Erhebungsreihe durch Europa verlief, welche vielleicht am besten die großen, auch in der Fauna vorhandenen Unterschiede zwischen der skandinavisch-baltischen und der mittelwesteuropäischen Entwicklung zu erklären vermag. Diese Unterschiede waren am stärksten während des Untersilur, glichen sich aber später, als die Überflutung an Ausdehnung zunahm, teilweise aus.

Schwierig ist es, den weiteren Verlauf der Meere gegen Osten zu verfolgen. In den Karpathen (Oberungarisches Bergland) gibt es Ablagerungen, welche mit ihren Eruptivgesteinen sehr an das Silur der alpinen Grauwackenzone erinnern, aber sie haben noch keine Versteinerungen geliefert; auch aus dem dinarischen Gebirge, wo die älteren Sedimente eine sehr bedeutende Zone bilden (bosnisches Erzgebirge), fehlt einstweilen der paläontologische Nachweis für die Feststellung dieser Formation, und doch sprechen Wahrscheinlichkeitsgründe dafür, daß die silurische See sich auch über die östlichen Mittelmeerländer erstreckte und in Verbindung trat mit der Wasserfläche, welche einen Teil der heutigen Hochgebirgsregion Asiens einnahm.

Asien.

Im Taurusgebirge des südöstlichen Kleinasien haben Grauwacken, welche unter dem fossilführenden Devon liegen, eine Meeresalge (Phycodes circinnatus) geliefert, die einen vagen Anhaltspunkt für die Gleichstellung mit Silurbildungen Europas bildet; weiterhin fehlen aber bisher noch alle Anzeichen für eine weite Strecke und erst im zentralen Himalaja liegen Funde von europäischen Trilobiten- und Korallentypen vor; merkwürdigerweise sind auch hier, wie in den meisten Gebieten Mitteleuropas, die cambrischen Meeresbildungen durch eine Trockenlegung von den silurischen getrennt.

Weitere Fixpunkte geben die neuen Entdeckungen in Burma (Mandalay) und vor allem die zahlreichen, in großer Ausdehnung bekannten Silurablagerungen, welche in den Kettengebirgen von Süd- und Westchina — Provinz Yünnan, Gebirge Nanschan, östlicher Kuenlun u. a. — sowie in den Stufenländern von Nordostchina (Tschili, Schantung) verbreitet sind und mitunter charakteristische Formen der nordosteuropäischen Silurprovinz enthalten, z. B. Orthoceras duplex. Die Entdeckung von altem Paläozoicum in den mongolisch-westsibirischen Grenzgebirgen macht eine direkte Kommunikation mit Nordosteuropa sehr wahrscheinlich[1]).

Im Norden der archaischen Gebirgsmassen der baikalischen Region erfüllte eine ungeheure, dem arktischen Meere angehörige Bucht den Raum, welcher von den großen ostsibirischen Strömen durchzogen wird (Tafelländer an der Tunguska und Lena). Zur Zeit des Untersilur müssen hier vorübergehend einzelne Teile vom Ozean abgeschnürt ge-

[1]) Einzelne Landstrecken ragten in Zentralasien aber zweifellos auf: im westlichen Kuenlun z. B. greifen die Basiskonglomerate des Mitteldevon auf altes Gebirge über; es scheint, daß sich Landstreifen weithin durch das silurische Mittelmeer erstreckten und zu jenen von Mitteleuropa in Beziehung standen.

wesen sein, denn man findet Gips und Salz als Verdampfungsrückstände in den Sandsteinen dieser Abteilung sehr verbreitet; hingegen herrschte im Obersilur der Gotländer Typus korallenführender Kalke — z. B. Olenek, Chatangagebiet, Neusibirische Inseln, Nowaja Semlja. Während auf diese Weise im nördlichen und westlichen Randgebiete des Tafellandes das Meer an Zusammenhang gewann und stellenweise sogar auf Urgebirge übergriff, verlor es im südlichen Teile und gleichzeitig auch in Nordchina bedeutende Areale, welche nun der Erosion ausgesetzt wurden.

Atlantisches Nordamerika.

Sehr wichtige Anhaltspunkte für die Deutung der Verbindungen zwischen dem europäisch-asiatischen und dem amerikanischen Paläozoicum geben die flachliegenden silurischen Kalkablagerungen des arktischen Archipels, welche auch auf das nördliche Grönland (81—82°) übergreifen und über Kanada mit dem großen Silurgebiete des Mississippibeckens in Beziehung treten — die Fauna ist einheitlich. Die Kordilleren von Britisch-Kolumbien gehörten diesem Meere an, wahrscheinlich waren auch große Teile der laurentischen Höhen[1]) bedeckt, denn die Ablagerungen an der Hudsons- und Frobisherbai tragen den gleichen Charakter wie jene von Manitoba. Erst am Südufer der Hudsonsbai greift das obere Silur auf Gneisuntergrund über — der Boden stieg allmählich gegen das uralte Land, welches den größten Teil von Grönland, Labrador einnahm und den Kern der bis nach England reichenden „nearktischen" Kontinentalmasse im Nordatlantik bildete.

[1]) In der weiteren Umgebung des großen Sklavensees wird allerdings nur von Devonablagerungen über dem präcambrischen Untergrund berichtet; einzelne Landaufragungen sind also wahrscheinlich.

In den an der Südostabdachung dieser Region befindlichen acadischen Provinzen (vgl. S. 15) zeigt das ganze Silur nähere faunistische Beziehungen zu England als die übrigen Vorkommnisse in Nordamerika; Einlagerungen von Graptolithenschiefern finden sich in den verschiedensten Horizonten. Das starke Hervortreten von Umschwemmungsmaterial des Urgebirges, die Häufigkeit von Eruptivgesteinen bietet gleichfalls auffallende Analogie mit den Verhältnissen im nordenglisch-schottischen System.

Gebirgbildende Bewegungen fanden in einer Zone, welche vom unteren Lorenzstrom (Quebec) über Vermont nach Süden zieht, in ganz ähnlicher Weise statt, wie in dem klassischen „Siluria"-Distrikt von Wales. In den Appalachen beginnt daher die obere Abteilung der Formation mit sehr mächtigen Konglomeraten und Sandsteinen („Oneidastufe"), welche gegen Westen auskeilen, so daß im Untergrunde der Prärien die küstenfernen Ablagerungen überwiegen.

Die Mächtigkeit der Silurschichten nimmt z. B. von mehr als 4000 m in Pennsylvanien und Neu York auf etwa 150 bis 200 m in Minnesota ab, wobei auch in dieser geringen Vertikalausdehnung die ganze Formationsreihe vertreten ist.

Das Land, welches die Sedimente lieferte, lag im Osten und Nordosten (Paläoappalachen), die inneramerikanischen Silurablagerungen bildeten sich also auf der vom atlantischen Meeresgebiet abgewendeten Seite des Festlandstreifens, während die acadischen ebenso wie die englischen atlantische Randbildungen sind. Es handelt sich also um Bildungen verschiedener Meeresteile, deren Kommunikation durch die wiederholten Bewegungen in der Verbindungsstrecke zwischen den Paläoappalachen und dem Labradorgebiet mehrfach eingeschränkt wurde.

Westliches Nordamerika.

Im westlichen Teile der Prärien sind die alten Ablagerungen unter den mesozoischen Schichten weithin begraben und ragen erst in den Rocky Mountains wieder in größerer Ausdehnung heraus. In der Regel kam im Anschlusse an die hier nahezu allgemein verbreitete obercambrische Meeresbedeckung das Untersilur in Form von vorwiegend kalkigen Sedimenten zum Absatz, dann aber trat häufig ein Rückzug des Meeres ein, und in vielen Gegenden, so in den Black-hills (Dakota), in zahlreichen Aufschlüssen von Colorado, im Grand Cañongebiet von Arizona und in Texas greifen jüngere paläozoische Meeresablagerungen über das Untersilur hinweg bis auf die cambrische und archaische Unterlage. Erst westlich dieser Regionen, in den Ketten von Nevada, Utah, beteiligen sich wieder mehr geschlossene marine Ablagerungen am Aufbaue der Gebirge und erstrecken sich von hier in die ähnlich zusammengesetzte Hauptkordillere von Britisch-Kolumbien. Für die Annahme, daß ununterbrochene Wasserbedeckung von hier bis zum pacifischen Becken reichte, liegen aber keine Anhaltspunkte vor, vielmehr spricht die große Häufigkeit archaischer, von altpaläozoischen Bildungen nicht begleiteter Achsen (Ostseite der Sierra Nevada, Gold-Ranges) mehr dafür, daß Festlandsaufragungen bestanden; im gebirgigen Teile Alaskas kennt man mächtige Ablagerungen von Trümmergesteinen in Begleitung von Eruptivmassen, welche nach ihren Lagerungsverhältnissen dem Silur entsprechen und vielleicht ein Seitenstück zu den Randbildungen des nordatlantischen Landes darstellen.

Südamerika.

Während in Mexiko und Zentralamerika das ältere Paläozoicum bisher noch nicht sicher festgestellt ist, nimmt es

in den Anden von Südamerika auf weite Erstreckung erheblichen Anteil am Gebirgsbau. Aus den östlichen Ketten des Hochlandes von Bolivien streichen lange Züge von aufgerichteten Silurgrauwacken, Schiefern und Kalken in die Gebirge von Argentinien (Provinz Salta), wo sie an mehreren Stellen Fossilien geliefert haben, darunter auch die rätselhaften „Cruziana“wülste — wohl Fährten —, welche auch im untersilurischen Sandstein Westeuropas vorkommen.

Die großen Tafelländer Südamerikas östlich der Andenregion stellen in ihren geologischen Verhältnissen ein Gegenstück zu den alten Kontinentalmassen von Indo-Afrika dar und wurden nur randlich, im unteren Amazonasgebiet, von einer obersilurischen Überflutung betroffen, welche in ihrer Fauna sehr große Ähnlichkeit mit Nordamerika (Staat Neu York) besitzt. Ein Zusammenhang der südamerikanischen Festlandsmasse mit dem Gebiet der Paläoappalachen hat aus diesem Grunde große Wahrscheinlichkeit für sich, da eine Übereinstimmung von Litoralfaunen im allgemeinen eine ununterbrochene Küstenzone voraussetzt, entlang welcher sich der Formenaustausch vollziehen konnte.

Australien.

In Australien: besonders in Neu-Südwales, Victoria, Tasmanien und in Neuseeland setzen silurische Schichten, welche durch die mit Europa nahe übereinstimmende Fauna der Graptolithenschiefer leicht kenntlich sind, einen beträchtlichen Teil der Gebirgsketten der pacifischen Seite zusammen. Im Obersilur finden sich stellenweise reiche Faunen von Korallen (z. B. die allgemein verbreitete „Kettenkoralle“, Halysites), Brachiopoden (z. B. Pentamerusformen des englischen Silur), Trilobiten usw., welche zeigen, wie ungeheure Verbreitung manche Typen besaßen.

Schlußbemerkungen.

Die Region der arktischen Meere bildete in der Silurzeit kein Hindernis für einen sehr bedeutenden Austausch der verschiedensten Typen von Meerestieren, denn die Beziehungen zwischen den nördlichen Teilen der Alten und der Neuen Welt sind sehr enge; zahlreiche Korallentypen Gotlands bevölkerten die Riffe im ganzen arktischen Umkreis, und sind z. B. an den Ufern der Hudsonbai nicht minder entwickelt, wie in Gegenden der heutigen gemäßigten und warmen Zonen. Die nordischen Meere waren infolge der bedeutenden Überflutung heutiger Kontinentalsockel von den Ozeanen kaum abgegliedert, was entschieden den Faunenausgleich beförderte. Besonders gleichförmige Verbreitung hatten im Silur die zarten zelligen Gehäuse der Graptolithen, welche wohl auf der Oberfläche der Meere drifteten und daher durch die Strömungen überallhin, ohne Rücksicht auf die lokalen klimatischen Verhältnisse, verschleppt werden konnten.

3. Devon.

Old Red in Nordeuropa.

Die Gesteinsausbildung des Devon in Europa steht noch deutlicher unter dem Einflusse eines nordatlantischen Kontinents, als dies beim Silur der Fall war. Die Landmasse hat sich gegen Süden erweitert, der größte Teil von England und ganz Skandinavien, also Gebiete, welche vorher große Meeresbedeckung aufwiesen, sind ihr angegliedert. Es hängt dies zusammen mit den bedeutenden Gebirgsbewegungen, welche sich schon im Silur dieser Regionen sehr bemerkbar machten und sich bis in die Devonzeit hinein erstreckten. Die Ablagerungen der letzteren Zeit bestehen in Nordengland aus mächtigen, meist durch Eisenoxyd rot gefärbten Sandsteinen, Konglomeraten und Schiefern, welche als „Old Red“

bezeichnet werden und in ihrer Fauna sehr erheblich von der normalen Formationsentwicklung abweichen. Der Übergang in das Silur vollzieht sich ganz allmählich, da ja die Verlandung langsame Fortschritte machte, die Riesenkrebse wie Pterygotus sind z. B. beiden Komplexen gemeinsam; was aber dem Old Red sein besonderes Gepräge gibt, ist die reiche Entfaltung der eigentümlichen Panzerfische: Cephalaspis, Pteraspis, Pterichthys, Coccosteus etc. Daneben findet man Einschwemmungen von Landpflanzen, und zwar Farne (Archaeopteris) und die Vorläufer mancher Bärlappgewächse (Lepidodendron), welche später in den Sumpfwäldern der Carbonformation zu besonders reicher Entwicklung gelangen.

Es kann sich nicht einfach um marine Uferbildungen handeln, denn die bisher erwähnten Strandsedimente weisen ja Muschelreste, Trilobiten usw. auf; man muß also annehmen, daß die typischen Old Red-Schichten dem Kontinentalbereich angehören und wahrscheinlich zum größten Teil in Küstensümpfen, Flußebenen und Ästuarien entstanden sind.

Dieser Typus ist außerhalb Großbritanniens (Schottland und Orkney-Inseln, Cumberland, Wales, Südirland) auch in Skandinavien und auf den Lofoten verbreitet; auch das nordwestliche Rußland zwischen dem Baltischen und dem Weißen Meere zeigt ähnliche Entwicklung, nur drang hier zeitweilig das Meer ein, welches das östliche Rußland überflutete. Das arktische Gebiet setzte der Verbreitung des Old Red keine Grenze, denn auf Spitzbergen sind Fische und Pflanzen, auf der Băreninsel letztere allein in dieser Facies bekannt, und vorgreifend möge bemerkt sein, daß auf der amerikanischen Seite des alten nordatlantischen Kontinents der gleiche Ablagerungstypus mit allen wesentlichen Merkmalen der europäischen Vorkommnisse wieder erscheint.

Ablagerungszone von Devonshire und ihre Fortsetzung in Mitteleuropa.

Im südwestlichen England ist das Devon bereits in mariner Facies entwickelt: mächtige Sandsteine mit Spiriferen und großen Trilobiten (Homalonotus) herrschen in der unteren Abteilung, während höher oben infolge allmählicher Vertiefung des Meeres Schiefer und Kalke die Oberhand erlangen; markante Horizonte sind besonders die Schiefer mit der Deckelkoralle Calceola sandalina im mittleren, sowie Korallen- und Cephalopodenkalke (mit Goniatiten und Clymenien) im oberen Devon. — Dieser Ablagerungstypus reicht auf das Festland herüber, er ist z. B. in der Bretagne und Normandie entwickelt, nur stellen sich hier auch in der unteren Abteilung einzelne Kalklager ein. In der weiteren Fortsetzung liegt das Rheinische Schiefergebirge, welches im großen und ganzen das Bild von Devonshire bietet, es aber in bezug auf klare Gliederung in Unterabteilungen und Reichtum der Faunen weit übertrifft. Besonders bekannt sind die Kalke der Eifel mit ihren zahlreichen Korallen (Cyathophyllum, Calceola), Spiriferen usw.

Dieser Meeresgürtel erstreckte sich über den Harz, Thüringen, hinterließ bescheidene Spuren im Erzgebirge und brachte weiter östlich: im Zuge der mährisch-schlesischen Sudeten und sogar im Sandomirdistrikt (westliches Russisch-Polen) Bildungen zum Absatz, welche ganz dem rheinischen Typus entsprechen. — Sehr verbreitet sind submarine Diabaseruptionen, welche besonders im mittleren und oberen Devon mit ihren Tuffen einen bemerkenswerten Bestandteil der Gesteinsreihe ausmachen.

Das mittelböhmische Devon und seine Beziehung zum westlichen Mittelmeergebiet.

Während in der ganzen Devonshire-Entwicklung der Formation die untere Abteilung aus klastischen Bildungen be-

steht, was mit dem Bestehen von Landbarren der Silurzeit in Zusammenhang gebracht wird (vgl. S. 25), setzt sich in der altpaläozoischen Schichtmulde von Mittelböhmen die Kalkentwicklung des Obersilur nach oben fort, so daß man lange Zeit die ganze Schichtmasse als Gebilde einer einzigen Formation betrachtete.

Die Fauna der sandigen Unterdevonbildungen bietet naturgemäß wenige Vergleichspunkte mit den unter wesentlich anderen Lebensbedingungen entwickelten Faunen Mittelböhmens (z. B. unterdevonische Korallenriffe bei Konjeprus), aber die Kenntnis der lokalen fossilführenden Kalkeinschaltungen, welche man im Harz und in der Bretagne inmitten der normalen Entwicklung der nördlichen Region findet, verschaffte die nötigen Bindeglieder.

Noch vor dem Oberdevon trat in Böhmen ein lokaler Rückzug des Meeres ein, es kamen Schiefer und Sandsteine zum Absatz, welche zum Teil noch marine Tierreste (z. B. den allgemein verbreiteten Brachiopoden Stringocephalus Burtini) führen, der Hauptsache nach aber durch Reste von Algen und Landpflanzen ausgezeichnet sind.

Die Hauptmasse der Ostalpen gehörte dem Meere an, denn in der nördlichen und südlichen paläozoischen Zone des Gebirges wiederholen sich die Schichten der böhmischen Devonentwicklung, während die am Ostrande gelegenen Ablagerungen bei Graz mehr mit dem sandsteinreichen Sudetengebiet übereinstimmen; eine Rückzugsbewegung vor Ende der Formation fand nicht statt, da die charakteristischen Clymenienkalke des Oberdevon an mehreren Stellen gefunden sind.

In der heutigen Region der Westalpen scheint Land bestanden zu haben; das Devon fehlt hier, und weiter nördlich in den Vogesen liegen erst die jüngeren Devonbildungen über dem Grundgebirge, man ist hier also am Südrande

jenes breiten Meeresarms, welcher das westeuropäische mit dem böhmisch-sudetischen Gebiete verband.

Die Umgebung des westlichen Mittelmeerbeckens

zeigt das Devon in ähnlicher Verbreitung wie das Silur und mit einer Schichtausbildung, welche sich an das böhmische und ostalpine Gebiet sehr nahe anschließt. Die Ablagerungen der Montagne Noire am Südrande des französischen Zentralplateaus, die zahlreichen Fundstellen in den Pyrenäen, auf der Spanischen Halbinsel (Asturien, Leon, Katalonien und Portugal) zeigen, daß eine breite, vom Meere bedeckte Depressionszone auch das südwestliche Europa einnahm. Damit ist aber noch nicht die Südgrenze erreicht, denn in Marokko, Algier und Tripolis ist die Formation außerordentlich verbreitet, Reste ihrer Ablagerungen erreichen die zentrale Sahara; sie wurden im Tassiliplateau, in der Hammada von Murzuk gefunden und lieferten besonders häufig oberdevonische Faunen, welche sowohl Beziehungen zu Europa als auch zu Amerika aufweisen und in geographischer Beziehung interessant sind, weil sie ein weiterer Beleg für die Existenz eines mittelatlantischen Ozeanbeckens der damaligen Zeit sind.

Fortsetzung der mediterranen Devonablagerungen nach Hochasien und zur pacifischen Küste.

In den Ländern der Balkanhalbinsel sind Zonen von paläozoischen Tonschiefern, welche sich im südlichen Österreich an die Vorkommnisse der Ostalpen angliedern, sehr verbreitet und dürften trotz des bisherigen Fehlens eines paläontologischen Nachweises einen jener Verbindungswege andeuten, welche vom europäischen Ablagerungsgebiet nach Osten führen. Am Bosporus tritt die Formation mit einem sehr bedeutenden Fossilreichtum und mit einer Gesteinsausbildung auf, welche die Merkmale des Devonshire- und rheinischen

Typus so auffällig wiederholt, daß zweifellos hier das Band wieder anknüpft, das mit dem Ende der Ostalpen scheinbar abgerissen ist. Ganz ähnlich ist auch die Facies der Formation in den Gebirgen von Kilikien und im Antitaurus, welche bereits den Anschluß an die innerasiatischen Regionen vermitteln.

Fixpunkte bilden hier Russisch-Armenien, das Elbursgebirge, der Hindukusch (Chitralpässe), vor allem aber die Ketten des Tianschan und Westkuenlun, während der Himalaja erst wenige Andeutungen geliefert hat. In der Regel zeigen die zentralasiatischen Vorkommnisse Old Red-ähnliche Basiskonglomerate als Zerstörungsprodukte des Urgebirges und darüber mitteldevonische Kalke mit der Fauna des Eifler Kalks — es trat hier also die Überflutung vorwiegend erst zu jener Zeit ein, welche auch in Mitteleuropa durch Steigen des Wasserspiegels ausgezeichnet ist. Die Einförmigkeit der damaligen Meeresfauna ist erstaunlich, denn noch in den nördlichen Shanstaaten (Grenzgebiet zwischen Indien und China) tritt Calceola sandalina auf, und auch in den Kettengebirgen des südlichen China (besonders zwischen der Hweiho-Hoangho-Linie und dem Jangtsekiang) herrschen die europäischen Devonarten, so daß trotz der zahlreichen Lücken, welche die Kenntnis von der Verbreitung dieser Ablagerungen noch aufweist, die Tierwelt den ununterbrochenen Verband bis zum pacifischen Rande herstellt.

Südlich dieses riesigen Mittelmeeres bestanden Kontinentalregionen, welchen die Hauptmasse von Afrika, ferner Arabien und die indische Halbinsel angehörten.

Das russische und sibirische Devongebiet.

Als sich im nordwestlichen Teile des russischen Tafellandes das Silurmeer zurückzog, bildete dieses Gebiet den flachen Südostabfall des nordatlantischen Kontinentes und wurde

erst mit Beginn des Mitteldevon von Sedimenten bedeckt, in welchen fischführender Old Red mit marinen Litoralbildungen in Wechsellagerung trat; weiter östlich aber (im Timan) ist die Hauptmasse der transgredierenden Bildungen rein mariner Natur. Eine eigentümliche Rolle spielt das heute isolierte Gebiet von Russisch-Podolien, da es die Rückzugsbewegung des Meeres erst etwas später erfuhr als das übrige Tafelland und unter dem fischführenden Old Red noch Unterdevonkalke aufweist, welche nach ihrer Fauna einerseits mit dem Harz und Böhmen, andererseits mit dem Ural in Verbindung gestanden sein müssen. Weil im zentralen Rußland (Orel) erst das Mitteldevon marin entwickelt ist, muß die Verbindung mit dem Ural über das leider von jüngeren Gebilden stark bedeckte Südrußland gegangen sein, kann aber auch dieses nicht ganz eingenommen haben, denn in dem nördlichen Randgebiet des Asowschen Meeres ragt eine Granitmasse auf, welche erst gegen Ende der Devonzeit überflutet wurde.

Eines der typischesten Depressionsgebiete stellt der Ural dar, welcher eine reichgegliederte, in ihren tieferen Teilen der böhmischen, in den höheren der rheinischen Entwicklung entsprechende Schichtserie enthält. Während die Schichten im russischen Tafellande fast horizontal geblieben sind, wurden sie im Ural gegen Schluß der paläozoischen Zeit in lange nordsüdliche Faltenzüge gelegt und von zahlreichen Eruptivmassen durchbrochen.

Das Meer, welches das Uralgebiet bedeckte, erreichte Nowaja Semlja und griff wenigstens im höheren Devon auf den Nordsaum von Ostsibirien über, da es auf den neusibirischen Inseln Ablagerungen hinterließ, die besonders als Gegenstück zu den Vorkommnissen in den arktischen Teilen der Neuen Welt interessant sind. — Aus der westsibirischen Steppe tauchen schon bei Omsk, besonders aber im Kreise

Tomsk und Semipalatinsk gefaltete Devonzüge auf, welche weiterhin im Hochgebirge des Altai größere Bedeutung erlangen und hier ein vollkommenes Seitenstück zur uralischen Schichtfolge darstellen. Im Gebiet von Minussinsk am oberen Jenisej stellen sich aber sehr deutliche Merkmale der Festlandsnähe ein: salzführende Mitteldevonbildungen greifen auf Urgebirge über und sogar die Facies der fischführenden Old Red-Bildungen taucht in den Gebirgen der nordwestlichen Mongolei (Umgebung des Ubsa Nor) auf. Nach Sueß' Zusammenstellung der neueren russischen Forschungen spielt dieses und das baikalische Gebiet in der devonischen Konfiguration Asiens eine ähnliche Rolle, wie das Skandinavisch-Nordatlantische Gebirge im Plane Europas.

Es ist interessant, die großen Verschiebungen zu beobachten, welche durch die silurisch-altdevonischen Bodenbewegungen hervorgerufen wurden. Während Skandinavien-Westrußland — die frühere Verbindung zwischen dem Arktischen und dem Mittelmeere — emporsteigt, senkt sich die uralisch-westsibirische Zone und übernimmt nun die Rolle der Hauptscheide zwischen der nearktischen und paläarktischen Kontinentalmasse für lange Zeit; sogar im geographischen Bild des Tertiär kommt sie noch zum Ausdruck. Der Kontinentalbereich ist im Anfangsabschnitt des Devon nach mancher Richtung erweitert, aus dem sibirischen Tafelland und aus Nordchina ist das Meer verschwunden, erst die mittel- und oberdevonische Transgression erobert wieder Terrain zurück; es scheint sogar, daß die Depression, welche vom Altai an über Urga, Nertschinsk und das Amurgebiet den Pacifischen Ozean erreichte und auf diese Weise den ostasiatischen Kontinent in eine ostsibirische und eine nordchinesische Partie spaltete, erst während des Mitteldevon einen zusammenhängenden Meeresarm bildete.

Australien.

Wie aus den Bemerkungen S. 36 hervorgeht, verlief die Hauptregion des devonischen Mittelmeeres durch Südostasien (Burma, Südchina) und bewirkte, daß in dieser Richtung die bekannten Leitfossilien eine sehr weite Verbreitung aufweisen. Die marinen Ablagerungen der Formation, welche man im östlichen Teile Australiens: in Queensland, Neu-Südwales, Victoria und Tasmanien findet, besitzen nicht wenige Formen mit bekannten europäischen Lokalitäten gemeinsam, und wieder sind es die besonders weitverbreiteten mittel- und oberdevonischen Korallen- und Brachiopodenschichten, die diese Übereinstimmung deutlich hervortreten lassen. — Die Hauptmasse des übrigen Australiens scheint ein Festland gewesen zu sein, welches sich an das indoafrikanische nahe anschloß, aber es finden sich im nordwestlichen Teile des Kontinentes am Fitzroyflusse (Oberdevon mit Rhynchonella cuboides) und im Kimberleydistrikt jüngere Devonablagerungen, die nach ihrem Fossilinhalt gleichfalls als Ausläufer der europäisch-asiatischen Mittelmeerregion zu deuten sind.

Östliches Nordamerika.

a) Die acadische Küstenprovinz. Auf der Gaspéhalbinsel, in Neu-Braunschweig, Maine und Neu-Schottland erscheinen an der unteren Devongrenze Ablagerungen von marinen fossilreichen Kalken und Sandsteinen, welche in ihrer Fauna einerseits mit den „Helderbergschichten" (Basis des Devon) der Appalachenprovinz nahe verwandt sind, andererseits aber so viele Anklänge an die siluro-devonischen Übergangsschichten von Wales zeigen, daß ein Austausch über das atlantische Gebiet stattgefunden haben muß. Relativ frühe trat aber auf acadischem Boden, ähnlich wie in Wales, Verlandung ein; es bildeten sich nun mächtige Sandsteine

und Konglomerate (mit einzelnen Lava-Ergüssen), ein Äquivalent des Old Red, welches mit diesem auch in der Fischfauna und Flora übereinstimmt. Die alten Gebirge von Labrador spielten gegenüber Acadia eine ähnliche Rolle, wie die nordkaledonischen gegenüber Wales.

b) Appalachenregion und Mississippigebiet. Während des Unterdevon erstreckte sich das Meer aus der acadischen Region, wie der Zusammenhang der Helderbergfaunen zeigt, in den Appalachengürtel und dehnte sich über die Staaten Neu York, Pennsylvanien nach Osttennessee, es bedeckte einen Teil des Südens der Vereinigten Staaten und reichte im Mississippigebiet über Missouri, Illinois bis Michigan. Das ganze Areal hat den Charakter einer großen Bucht, welche im Westen von der Rocky Mountain-Provinz und im Norden von den ausgedehnten Festlandregionen des östlichen Kanada begrenzt war; letztere entsandten einen flachen Ausläufer, die „Cincinnati-Uplift", weit nach Süden, bis Tennessee, so daß damals eine Spaltung zwischen der Mississippi- und Appalachenprovinz bestand. Nahe der Nordgrenze der Unterdevonbucht herrscht in den Ablagerungen der litorale Charakter vor. Außerdem aber ragten auch auf der östlichen Seite in dem zur paläozoischen Zeit überhaupt unruhigen Faltengürtel Landerhebungen empor, welche zum System der Paläoappalachen gehören und Einfluß auf die Beschaffenheit der Sedimente nehmen.

Das Mitteldevon (Hamiltongruppe) ist im typischen Gebiet: Neu York, vorwiegend in Form von Schiefern mit Brachiopoden und Goniatiten entwickelt und zeigt manche gemeinsame Arten mit den europäischen Ablagerungen. Deutlicher aber ist dieser Einschlag im oberen Devon, dessen älterer Teil noch marin entwickelt ist, während sich im jüngeren die Old Red-Facies der Katskillsandsteine einstellt, welche gegen Ost immer größeren Umfang annimmt, aber gegen

West marinen Bildungen Platz macht. Während das Mitteldevonmeer ein entschiedenes Ansteigen zeigt und u. a. die Cincinnati-Uplift überflutet, sowie auf alte Teile der Südappalachen übergreift, erfolgt also im Oberdevon der östlichen Gebiete ein Rückzug des Meeres, welcher keineswegs lokaler Natur ist, denn die Katskillsandsteine mit Landpflanzen und lokalen Kohlenschmitzen finden sich noch in Virginia und keilen auch hier gegen Nordwest aus. Es zieht sich also eine Old Red-Zone von den acadischen Provinzen, entsprechend dem Streichen des Gebirges, nach Süden; nur begann in den erstgenannten Gegenden die Trockenlegung schon zu einer Zeit, als im inneramerikanischen Gebiet das Meer sogar an Raum gewann. Es ist dies ein Beweis dafür, daß ihre Ursache in regionalen Bodenbewegungen und nicht in Niveauschwankungen des Meeres lag.

Kanadische Nordwestprovinz und arktischer Archipel.

Die Mitteldevon-Transgression griff im Tafelland weit über den Bereich der Unterdevonbucht hinaus und öffnete breite neue Verbindungswege, welche sich auch in der Beschaffenheit der Faunen deutlich kennzeichnen.

Das Meer bedeckte nun Manitoba, Winipeg, die südlichen Hudsonbailänder und hinterließ Ablagerungen, welche außer appalachischen Typen auch viele bezeichnende Arten der Alten Welt, z. B. den großen Brachiopoden Stringocephalus Burtini, enthalten. Im Gebiete des Mackenzie und seiner Zuflüsse hat sich diese Fauna gleichfalls an zahlreichen Stellen der hier in riesiger Ausdehnung vorhandenen paläozoischen Schichttafel gefunden, und wahrscheinlich sind hier auch tiefere Devonglieder vorhanden, da die Mitteldevonfauna relativ hoch in einer geschlossenen Schichtserie auftritt. Der arktische Archipel, welcher nur eine Fortsetzung der inneramerikanischen Ebenen und Tafelländer ist,

zeigt diese Formation in den Parryinseln und im südlichen Ellesmereland (ca. 76—77°). Das Meer zog sich in letzterem nach dem Silur zurück, es wurden klastische, fossil-leere Sedimente abgelagert, dann erfolgte das Vordringen des Mitteldevon mit seiner uniformen Fauna und schließlich Verlandung, eingeleitet durch typische Old Red-Ablagerungen mit Coccosteus, Holoptychius und Landpflanzen (Archaeopteris). Diese Vorkommnisse schließen den Ring um den oft genannten nordatlantischen Kontinent, der mit seinem Old Red-Gürtel zu den am besten charakterisierten Teilen des devonischen Erdreliefs gehört.

Die scheinbar rätselhafte Tatsache, daß nach dem Unterdevon, also zu einer Zeit, als die Verlandung im acadischen Gebiet die Verbindungen gegen den Atlantischen Ozean hemmte, unverkennbare gemeinsame Züge der Appalachenprovinz und der europäischen Ablagerungsregion vorhanden sind, erklärt sich nun leicht durch die infolge der Transgression eintretende breite Vereinigung der Helderbergregion mit dem nordosteuropäischen (uralischen) Becken; sie erklärt den ausgesprochen europäischen Charakter gerade der nordischen Ablagerungen der Neuen Welt und das Auftreten amerikanischer Typen am Nordsaum der Alten Welt: im Devon der neusibirischen Inseln.

Pacifisches Nordamerika und Rocky Mountains-Provinz.

Die Meeresbedeckung des nördlichen Amerika reichte, wie die Funde im Yukongebiet, in Alaska, in den Kordilleren von Britisch-Kolumbien, Kalifornien und Nevada[1]) zeigen, mit wesentlich unveränderten Merkmalen bis zum Pacifischen Ozean, doch scheint sie meist erst nach dem Unterdevon eingetreten zu sein. Zweifellos bestanden aber auch dann noch Unterbrechungen der Wasserfläche; denn in den Rocky Mountains der Vereinig-

[1]) Das Unterdevon ist paläontologisch auch in den geschlossen erscheinenden Profilen von Nevada noch nicht nachgewiesen, während die Mittel- und Oberdevonfossilien der appalachischen Entwicklung an vielen Stellen gefunden sind.

ten Staaten (z. B. Black-Hills) liegt häufig Carbon direkt auf Silur und Cambrium, oder es schieben sich schmale Devonbildungen ein, welche küstennahen Charakter zeigen und in Colorado stellenweise sogar die Beschaffenheit von Old Red (mit Panzerfischen) annehmen. Es waren in diesen Gegenden und in der Plateauregion am Coloradoflusse nennenswerte Landstrecken vorhanden, welche zum Teil als flache altpaläozoische Schichttafeln, zum Teil als archaische Gebirgskerne lange Zeit bestanden. Die Lagerungsbilder gleichen auffallend jenen der nordostchinesischen Stufenländer.

Südamerika.

Das Devonmeer, dessen Spuren noch im Indianerterritorium vorhanden sind, erstreckte sich wahrscheinlich über Zentralamerika, wo in der Sierra Madre paläozoische, aber nur in ihren jüngeren Abteilungen durch Fossilien festgelegte Ablagerungen auftreten, nach Südamerika. In Bolivien (Umgebung des Titicacasees), im unteren Amazonastiefland, auf den Plateaus von Matto Grosso, von Parana, in Argentinien und auf den Falklandsinseln sind klastische Schichten: meist glimmerig-sandige Zerstörungsprodukte von Urgebirge sehr verbreitet und führen Faunen, welche außer einigen Trilobiten (Homalonotus, Phacops) mit bemerkenswerter Einförmigkeit charakteristische Brachiopodenformen (Vitulina pustulosa, Tropidoleptus carinatus etc.) des nordamerikanischen Unter- und Mitteldevon enthalten. Es wurde also der durch lang andauernde Denudationsvorgänge abgeflachte Kontinentalsockel von Südamerika von einer Seichtsee zum Teil bedeckt, welche vom atlantischen zum pacifischen Rande reichte, also mit den damals vorhandenen Partien beider Ozeane in Verbindung stand, aber sich nicht während des ganzen Devon behauptete.

Südafrika.

Auch die Unter- bis Mitteldevonbildungen, welche in der Kapkolonie verbreitet sind (Bokkeveldschichten), haben einen den südamerikanischen ähnlichen Faunencharakter (Flachsee), können also wohl kaum durch ozeanische Tiefen von ihnen getrennt gewesen sein. Die Annahme größerer Landmassen südlich des damaligen mittelatlantischen Beckens hat daher viel Wahrscheinlichkeit für sich und wird durch die Einheitlichkeit der südlichen Floren bekräftigt, welche die nachfolgende jungpaläozoische Zeit auszeichnet.

4. Carbon.

Während sich im Silur und Devon die größten Veränderungen des Reliefs (Entstehung von Gebirgen) im nördlichen Randgebiete von Europa abspielten und die südlichere, dem damaligen Mittelmeer angehörige Region weniger augenfällig beeinflußten, bedeutet die Carbonzeit für die letztere eine Wende in der geographischen Entwicklung. Weil diese Verschiebungen derart vor sich gingen, daß der erste Abschnitt dieser Formation (Zeit des Kohlenkalks) ein wesentlich anderes Bild gibt als der zweite (Zeit des produktiven Carbons), ist für eine Analyse der Erscheinungen eine getrennte Besprechung am besten.

Untercarbon in Europa und Asien.

Die nördliche Hauptkontinentalmasse hat ihre im vorhergehenden Kapitel skizzierte Lage nicht wesentlich geändert, wenn auch stellenweise in einige Old Red-Gebiete jetzt wieder das Meer eingedrungen ist. In Südschottland herrscht ein wiederholter Wechsel von marinen Kalk- und Sandsteinbänken mit Pflanzenlagen und Kohlenflözen, es bestanden hier also vegetationsbedeckte Sumpfniederungen, in welche

wiederholt Einbrüche des Meeres erfolgten. Ähnlich lagen die Verhältnisse auch in Nordengland und im nördlichsten Teile von Irland, während weiter südlich der Hauptbereich des Kohlenkalks (mit Spirifer Tornacensis, Productus giganteus, corrugatus etc.), also eines freieren Meeres beginnt.

Kleinere Unterbrechungen der Wasserfläche waren auch hier vorhanden, aber im wesentlichen behalten diese Meeresablagerungen ihren Charakter bis in den Süden des Landes bei und nehmen erst in Devonshire eine schieferig-sandige Ausbildung an („Kulm"), in welcher marine Schichten mit Posidonomya Becheri, Goniatiten, Radiolarien vereinigt sind mit pflanzenführenden (Lepidodendron, Archaeocalamites), auf die Existenz einer nahen Bodenschwelle verweisenden Ablagerungen. Im europäischen Festlande hat der Kohlenkalk verhältnismäßig geringe Ausdehnung (z. B. Nordfrankreich, Belgien), es herrscht der Typus der Kulmablagerungen vor (z. B. Hessen-Nassau). — Innerhalb dieses nördlichen Verbreitungsgürtels, welcher von England über Belgien und die nordrheinischen Gebirge zum Harz reicht, schließen die Untercarbonbildungen fast allgemein ohne auffällige Unterbrechung an die devonischen an und gehen häufig sogar in sie über.

Ein südlicherer, von Porphyreruptionen begleiteter Zug litoraler und pflanzenführender Bildungen des Kulms zieht in der Bretagne von Brest über Laval und setzt sich in einzelnen Vorkommnissen des nördlichen Zentralplateaus (Autun, Roanne) fort, auch am Südrand dieser Region (in der Montagne Noire) und in den südlichen Vogesen finden sich solche Bildungen als Andeutungen eines unregelmäßig zwischen Landaufragungen eindringenden Meeres, dessen Absätze diskordant den vorher aufgerichteten archaischen und altpaläozoischen Gesteinen aufgelagert sind. Auch in der nördlichen und östlichen Umwallung der böhmisch-sächsischen

Gebirgsmasse sind diese Bildungen durch das Auftreten von Urgebirgsgeröllen, pflanzenführenden Grauwacken und sogar durch lokale Kohlenbildungen ausgezeichnet[1]).

Hingegen hatte im russischen Tafellande das Meer eine riesige Ausdehnung und bildete Kalkabsätze gleich dem englisch-belgischen Kohlenkalk; sein Zusammenhang mit diesem westeuropäischen Meeresgürtel ist nicht ersichtlich, aber bei der Analogie der Ablagerungen sehr wahrscheinlich.

Das Meer drang in Südwesteuropa — einen bedeutenden Teil der spanischen Meseta umgehend — in die Kantabrischen Gebirge ein, lagerte auch in der Provinz Huelva Kulmbildungen mit Posidonomya Becheri ab und hinterließ im nordwestlichen Afrika (bei Igli usw.) Schichten, welche dem Kohlenkalk genau entsprechen und an der Basis von Lepidodendronschichten als Spuren des begrabenen Landes begleitet werden. Das Fehlen von marinen Ablagerungen dieser Zeit in Sardinien deutet auf den Inselreichtum auch der südlichen Teile des damaligen Mittelmeeres hin.

Die weitere Verfolgung der Spuren nach Osten führt uns in die Ostalpen (Bleiberg), in die Schieferzone des bosnischen Erzgebirges (goniatitenführende Kulmbildungen bei Sarajevo) und schließlich hinüber nach Kleinasien, wo sowohl im pontischen Bereich bei Heraklea als auch im Süden die korrespondierenden Ablagerungen auftreten; wir gelangen weiterhin zu den Kohlenkalken von Hocharmenien (am Araxes), Nordpersien und finden dieselben vertreten in den Schichtmassen des zentralen und nördlichen Himalaja.

Die zahlreichen Fundstellen im Jangtsekianggebiet und die Vorkommnisse von Kulm in Japan zeigen uns, daß die damalige Mittelmeerregion den Pacifischen Ozean erreichte. Die Breite der Wasserbedeckung war jedenfalls sehr be-

[1]) Das Lagerungsbild ist also in diesem Gebirgsstreifen ein wesentlich anderes als im nördlichen Gürtel, wo die Untercarbonbildungen an die devonischen anschließen.

trächtlich, denn in Nordchina breitet sich der „Kohlenkalk" auch über silurische und cambrische Ablagerungen, welche zur Devonzeit trocken lagen; in Westsibirien (Altai, Semipalatinsk, Omsk) kam das Meer an das auch damals vorhandene nordostasiatische Festland heran, dessen Randzone bei Minussinsk pflanzenführende Kulmbildungen geliefert hat.

Es wäre natürlich unrichtig, anzunehmen, daß eine zusammenhängende Wasserfläche das ganze zwischen diesen Fixpunkten eingeschlossene Zentralasien einnahm. Im Tianschan und Kuenlun z. B. greift das marine Untercarbon mit pflanzenführenden Basisbildungen auf Grundgebirge über, ganz wie im damaligen mitteleuropäischen Archipel. Die Kommunikation mit den arktischen Regionen scheint unterbrochen zu sein, da im nordrussischen Küstengebiet und in Nowaja Semlja das Untercarbon fehlt und im nördlichen Ural pflanzenführend entwickelt ist. Der Florenaustausch zwischen den Nordkontinenten war also hier nicht durch zusammenhängende Meeresflächen behindert.

Obercarbon („Produktives Carbon") in Europa und Asien.

a) Der sogenannte Kohlengürtel von Europa zieht zwischen dem alten nördlichen Kontinent und den mitteleuropäischen, allmählich an Zusammenhang gewinnenden Landmassen der damaligen Zeit (Zentralplateau, böhmische Masse u. a.) als eine allerdings nur teilweise kontinuierliche Muldenregion von England über Nordfrankreich (Departement Pas de Calais), Südbelgien (Mons, Charleroi), das Ruhrgebiet (Westfalen) nach Oberschlesien, Ostrau und Westgalizien. Die Ablagerung der oberen Carbonbildungen knüpfte hier an jene des Kohlenkalks und Kulms in der Regel ganz konkordant an[1]; aber das Meer wich, wohl infolge der be-

[1]) Die Aufrichtung von carbonischen Faltengebirgen trat hier also später ein als weiter im Süden (vgl. S. 49).

deutenden Sedimentzufuhr, allmählich zurück und das neugewonnene sumpfige Tiefland bedeckte sich mit üppigen Beständen von Sigillarien, Lepidodendren, Calamiten, mit welchen die Farne in ungewöhnlicher Formenmannigfaltigkeit vergesellschaftet waren. Die bedeutenden Ansammlungen pflanzlicher Stoffe in diesen Sumpfwäldern bildeten durch langsame Faulung (Oxydation) das Urmaterial der Steinkohle.

Der Prozeß ging jedenfalls auf einem allmählich sinkenden Teil der Erdkruste vor sich, da sich die häufig noch von der alten Wurzelschicht des Waldbodens unterteuften Kohlenlagen in mitunter hundertfältiger Wiederholung auf eine Schichtmasse von mehreren tausend Metern Mächtigkeit verteilen und trotzdem immer in Tiefland gebildet sein müssen. Die Gesteinsschichten, welche als Anschwemmungen des Wassers die Flöze trennen, enthalten in den tieferen Horizonten noch marine Muscheln (Goniatites diadema); es fanden also anfangs noch Einbrüche des Meeres statt, ein Beweis für die geringen Niveauunterschiede innerhalb dieses Gürtels. Besonders auffällig ist aber der Wechsel mariner Schichten und der Kohlenflöze im südrussischen Donetzrevier, welches sich in mancher Beziehung als die Fortsetzung der ebengenannten Zone darstellt, aber im Norden nicht vom Festland, sondern vom freien Carbonmeer des mittleren Rußland begrenzt war, so daß die produktiven Ablagerungen in dieser Richtung bald ihr Ende finden.

b) Einen selbständigen Typus bilden die nicht zonenartig auftretenden, sondern in unregelmäßigen Muldenresten vorhandenen Ablagerungen des produktiven Carbons im französischen Zentralplateau und in der böhmischen Masse. Zwischen der Zeit ihrer Bildung und jener der Kulmschichten, welche ja stellenweise in diese Regionen hereinreichen, ereigneten sich hier bedeutende Reliefverände-

rungen, verbunden mit Faltungen der Schichten und Aufrichtung von Gebirgszügen („Armoricanisch-Variscisches Gebirge“ von Sueß)[1]). Talsysteme durchzogen das Land, Seebecken füllten manche Vertiefungen und in diesen wurden von den Flüssen die oft sehr groben Zerstörungsprodukte der benachbarten Hochländer zusammengeschwemmt. Von Hochwässern mitgerissene Pflanzen sammelten sich stellenweise an, Sumpfwälder dehnten sich in den Niederungen aus und führten zur Entstehung von Kohlenlagern, welche aber nicht die regelmäßige Verbreitung haben können, wie die unter so eigentümlichen, auf Hunderte von Kilometern gleichartigen Bodenverhältnissen gebildeten Flöze der nördlichen Zone.

Auch die einzelnen durch kleine Kohlenbecken oder pflanzenführende Gesteinslagen ausgezeichneten Obercarbonbildungen anderer Festlandteile der damaligen Zeit gehören dem zentralfranzösischen Typus an, so z. B. die Vorkommnisse im Bereich der Ostkarpathen (Banat, Rumänien), im Urgebirge der Ostalpen (Brenner, Semmering, Turrach) und Westalpen (Montblancgebiet, Briançonnais), in Sardinien usw. Besonders zahlreich sind derartige flözführende Bildungen in der spanisch-portugiesischen Meseta, welche in dieser Beziehung ein Gegenstück zum französischen Zentralplateau ist; aber nördlich dieses Festlandstückes fanden in Asturien und den Pyrenäen Einbrüche des Meeres statt, und im Süden (Provinz Huelva) ist an Stelle des produktiven Carbons eine marine, dem Kohlenkalk in vieler Beziehung ähnliche Entwicklung vorhanden, welche nur ein randlicher Teil der gewaltigen mediterranen Wasserbedeckung ist.

c) Das Mittelmeer reichte, wie zur Devonzeit, tief in das Innere der Sahara, seine fossilreichen Kalkablagerungen

[1]) In diese Zeit fällt auch das Emporbringen zahlreicher Granitstöcke, welche in alten Sedimenten Mitteleuropas stecken.

breiteten sich im nördlichen Ägypten und in der Sinaihalbinsel über den Zerstörungsprodukten (nubischer Sandstein zum Teil) des Urgebirges aus. — Man kann in gewissem Sinne sagen, daß die Meeresfläche den Raum, welchen sie im mittleren Europa durch Gebirgsbildung verlor, im Süden gewann. Die Grenze dieses Mittelmeeres gegen Norden verlief sehr unregelmäßig. Es wurden bereits die marinen Ausläufer in Asturien und den Pyrenäen erwähnt, andere finden sich in Sizilien, auf Korsika, in den Ligurischen Alpen. Besonders klar zeigen sich die Verhältnisse in den Karnischen Alpen und Karawanken, wo man sieht, daß die Störungsperiode, welche das mittlere Europa betraf, auch hier sich äußerte; denn das obere Carbon liegt mit Basaltkonglomeraten über zerstörten Schichtköpfen der älteren Formationen, und pflanzenführende Schichten (mit Farnen, Sigillarien usw.) wechseln anfänglich noch mit den marinen Lagen, schließlich aber behalten letztere die Oberhand. Von Fossilien sind außer den Brachiopoden (Productus, Spirifer etc.) besonders die Fusulinen, ein großer Foraminiferentypus, zu nennen, welcher für die Ablagerungen des marinen Obercarbons sehr bezeichnend ist. Es scheint, daß ein Ausläufer des Meeres damals bis in die Karpathen vordrang (Dobschau); jedenfalls aber erstreckte sich die Wasserbedeckung über Dalmatien, wo mehrere fossilreiche Fundstellen des Fusulinenkalks bekannt sind; deutliche Spuren leiten uns ferner über den südlichen Teil der Balkanhalbinsel (Euböa) und das Ägäische Meer hinüber nach Kleinasien.

Das Steinkohlenrevier von Heraklea an der heutigen Nordküste von Kleinasien lag jedenfalls schon in der südlichen Randzone eines Festlandstreifens, welcher die Fortsetzung der mitteleuropäischen bildet; aber sonst kennt man aus Kleinasien nur marine Carbonfaunen, wenn auch erst

von wenigen Punkten. Die lange Zone heutiger Kettengebirge, welche über Armenien, Persien, Afghanistan, das Karakorumgebiet, den Himalaja und die burmanisch-südchinesischen Ketten zum Pacifischen Ozean führt, hat sehr zahlreiche Funde mariner Carbonfossilien von ganz einheitlichem Faunencharakter aufzuweisen. Die Halbinsel von Indien, deren eigentümliche paläogeographische Beziehungen zum afrikanischen Kontinent bereits bei Besprechung der früheren Formationen hervorgehoben wurden, spielte auch jetzt die gleiche Rolle: sie war nicht überflutet und nur die bereits an ihrem Rande liegende Saltrange wurde am Ende der Carbonzeit vom Mittelmeere erreicht.

Der nordostasiatische Kontinentalkern[1]), welcher im Devon und Untercarbon so deutliche Analogien mit der nordatlantischen Masse aufweist, geht ihr auch jetzt in der Entwickelung parallel: von seinem südlichen Rande weicht das Meer zurück und auf den durch die angehäuften Sedimente geschaffenen Flächen entwickeln sich Sumpfwälder, welche die mitteleuropäische Flora haben und zur Entstehung der weiten Kohlenfelder von Mittel- und Nordchina führen (Provinzen Schantung, Schansi, Setschuen, Hupé usw.). Auch hier erfolgen lokale Einbrüche des Meeres, wie sie im nordeuropäischen Kohlengürtel zu beobachten sind.

Ein weit entlegenes Gebiet, das Kuznezkische Kohlenrevier in Westsibirien, zeigt gleichfalls die große Rückzugsbewegung, welcher dieser Kontinentalrand damals ausgesetzt war. —

Zwischen dem nordostasiatischen und dem europäischen Festland dehnte sich in der Uralregion ein Meer aus, dessen Ablagerungen durch den Reichtum ihrer Faunen maßgebende Bedeutung erlangt haben. Sie standen, wie die Gemein-

[1]) Auf seiner Ostabdachung liegt das marine Obercarbon der russischen Küstenprovinz (Ussuri), der Fusulinenkalk der Japanischen Inseln und Koreas.

samkeit zahlreicher Fossilien beweist, in freier Verbindung mit dem damaligen Mittelmeer, und tatsächlich sind auf der Krim Fusulinenkalke als Verbindungsglied entdeckt worden; aber auch in Zentralasien weisen Vorkommnisse in Turkestan und der Dsungarei auf die Kommunikation der südlichen Wasserfläche mit dem Uralmeere hin. Letzteres bedeckte das russische Tafelland, erreichte — über die Grenzen des Untercarbonmeeres hinausgehend — das Eismeer und hinterließ zahlreiche Ablagerungsreste an den arktischen Gestaden. In Spitzbergen, auf Nowaja Semlja, an der nordsibirischen Küste (Neusibirien, unteres Lenagebiet) sind brachiopodenreiche typische Obercarbonschichten — stellenweise auch mit Pflanzen — an Stellen entwickelt, welchen die untere Stufe der Formation fehlt. Da im nördlichsten Amerika die Spuren der gleichen Überflutung erscheinen, unterliegt es keinem Zweifel, daß die beiden Nordkontinente zur Zeit der größten Meeresausdehnung selbständig waren. Damit soll keineswegs an eine vollständige Trennung gedacht werden, denn Gebirgsbewegungen machten sich auch im uralischen Zwischengebiet geltend, und im nördlichen Teil dieses Gebirges wurden die älteren Ablagerungen der Formation trockengelegt, von der Erosion betroffen, bevor die jüngeren gebildet wurden. Es bestanden also nicht nur im unteren Carbon, sondern auch später die Möglichkeiten für eine gemeinsame Entwicklung der Landfloren in beiden Kontinentalmassen.

Nordamerika.

Untercarbon.

a) Acadia. Im Neuschottländischen Kohlenrevier liegt, ähnlich wie in den mitteleuropäischen Gebieten, unter dem produktiven Carbon der Kohlenkalk mit europäischen Fossilien (Productus semireticulatus etc.) und wird vom Grund-

gebirge durch Grauwackenkonglomerate mit einer Lepidodendronflora getrennt; mit der Annäherung an das alte Festland, welchem Labrador angehörte, treten die marinen Schichten zurück; Eruptivbildungen sind sehr verbreitet.

b) Appalachen und Mississippigebiet. Auf der Ostseite des Appalachengürtels fehlen Untercarbonablagerungen, in den westlichen Faltenzügen des Gebirges erscheinen sie in klastischer Ausbildung als Schiefer, pflanzenführende Sandsteine und Konglomerate („Pocono"schichten Pennsylvaniens), in welche nur vereinzelt marine Lagen eindringen; es herrschten also ähnliche Verhältnisse wie im mitteleuropäischen Kulm. Je weiter man nach Westen geht, desto mehr nehmen die klastischen Sedimente an Mächtigkeit und Bedeutung ab, bis im westlichen Tennessee, Ohio, auch im Indianerterritorium und beiderseits des Mississippi marine Kalke und Mergel mit reichen Faunen (prachtvolle Seelilien sind sehr verbreitet) des Untercarbons herrschen. Einzelne flache Inseln, durch Unterbrechung der Sedimentreihe charakterisiert, ragten in Gegenden auf, welche auch im Devon nur vorübergehend unter dem Wasserspiegel lagen.

In Michigan nähert man sich dem Ufer des laurentischen Kontinents, dessen Einfluß sich durch klastische Bildungen sowie Linsen von Salz und Gips verrät; es bestanden also flache Lagunen, welche zeitweilig abgeschnürt waren. Wie im Devon, war auch im Untercarbon die Verbindung des inneramerikanischen Meeres mit dem mittelatlantischen Becken durch Landaufragungen in den heutigen Küstenprovinzen (Paläoappalachen) behindert, die Faunen haben daher in beiden Gebieten gewisse selbständige Merkmale, und nur Acadia schließt sich — wie auch in seiner älteren geologischen Geschichte — ganz an die europäischen Verhältnisse an.

Die Ablagerungen des Untercarbonmeeres verschwinden im Westen unter dem Boden der Prärien, aber sie haben

als Kohlenkalke im Rocky Mountain-Gebiet und in den Plateaus am Coloradoflusse große Ausdehnung; sie sind in Kalifornien (Shasta cy., Calaveras cy.), in den Kordilleren von Britisch-Kolumbien in gleicher Weise vertreten (6000 bis 7000′ mächtig) und wurden im Yukongebiet von Alaska nachgewiesen. Inseln waren in den Gebirgsregionen des Westens vorhanden, wie das lokale Fehlen des Untercarbons oder das Auftreten klastischer Bildungen andeutet. Zu beiden Seiten der Goldranges, also im pacifischen Teil von Britisch-Kolumbien, ist das letztere der Fall, gleichzeitig stellen sich mächtige Eruptivbildungen der damaligen Zeit ein und erstrecken sich bis Kalifornien und Alaska; es geht also nicht an, zu vermuten, daß die westlichen Regionen Amerikas gegen den Pacifischen Ozean vollkommen offen waren.

Obercarbon in Nordamerika.

Der große Bruch in der Entwicklung der Schichtfolge, welcher mit Schluß des Untercarbons in der Alten Welteintritt, äußert sich in Nordamerika mit den gleichen Merkmalen. Die obere, produktive Entwicklung der Serie in Neuschottland entspricht ganz der fortschreitenden Verlandung im mittleren Europa[1]), aber auch das ganze Appalachengebiet samt dem anschließenden Teile der Prärienregion machte die gleichen Veränderungen mit. Das früher nur auf den östlichsten Teil Nordamerikas beschränkte Appalachenland verschmilzt nun endgültig mit dem nordatlantischen Kontinent und wird von einer der europäischen in ihrer Zusammensetzung ganz ähnlichen Flora besiedelt. Die Kohlenbildung im Bereich des tiefliegenden Neulandes fand in ungeheurer Ausdehnung statt: gegen 200 000 englische Quadratmeilen Oberfläche nehmen die produktiven Carbonschichten in

[1]) Limnische Kohlenbildungen vom zentralfranzösischen Typus kennt man in Neufundland, Maine usw.

der westlichen Appalachenregion, in Michigan und zu beiden Seiten des Mississippi ein.

Trockenlegungen und lokale Auswaschungen des Untergrundes wurden an der Basis dieser Abteilung an mehreren Stellen beobachtet; im südlichen Indianerterritorium und in Teilen von Texas liegt oberes kohlenführendes Carbon diskordant über altpaläozoischen Schichten, deren ostwestlich laufende Falten gegen die der Rocky Mountains ziehen und auf diese Weise die ungeheure Carbonfläche auch im Süden begrenzen, so daß nur die Westseite ganz offen bleibt.

Die marinen Einschaltungen, welche nach Art der nordeuropäischen die Serie der Flözbildungen besonders im tieferen Teile begleiten, nehmen in Übereinstimmung mit dieser Situation gegen Westen an Bedeutung zu, sie überwiegen bereits in Missouri, Illinois, bis schließlich in den Staaten Kansas und Nebraska der Bereich der Sumpfwälder ganz aufhörte und weite Meeresflächen an ihre Stelle traten, welche durch den Westen nach Alaska (Yukongebiet, Glacierbai, Kotzebue-Sund) reichten; auch hoch im Norden war Ellesmereland überflutet — ein Seitenstück zu den marinen Ablagerungen des arktischen Asiens; kohlenführende Randbildungen des laurentischen Kontinents finden wir hingegen im Parryarchipel.

Ebenfalls seit langem bekannt ist die große Ausdehnung mariner Obercarbonablagerungen in den gebirgigen Teilen des Westens, man findet sie z. B. im Schichtmantel archaischer Kerne der Rocky Mountains und in der Plateauprovinz des Coloradoflusses als fossilführende Sandsteine und Kalke entwickelt; auch in den Wüstenbergen von Nevada, ferner auf der Westabdachung der kalifornischen Sierra Nevada (Fusulinenkalke von Inyo cy. usw.) treten die immer durch ihre Fauna leicht kenntlichen Bildungen dieser Stufe auf und verbreiten sich weit in den Norden, wo sie sowohl

an der pacifischen Küste (Vancouver) als auch am Rande der Ebenen (Peace River) vorkommen.

Strandbildungen („Weberkonglomerate") sind in der Umrandung mancher alter Gebirgskerne der Rocky Mountains mächtig entwickelt und greifen häufig bis auf archaisches Gestein über. Im südlichen Teile des Gebirges (Arizona, Neumexiko) bestehen die übergreifenden Carbonschichten aus pflanzenführenden Ablagerungen, welche vielleicht mit den vorher erwähnten Bildungen von Texas und dadurch mit den Südappalachen in Verbindung zu bringen sind. Hingegen erstreckte sich die randlich pacifische Meereszone über Mexiko (Coahuila) und Zentralamerika in die Südhemisphäre.

Ich möchte die Vermutung aussprechen, daß während der ganzen Carbonzeit und vielleicht auch schon im Devon Inselgirlanden in der Kordillerenregion das inneramerikanische Ablagerungsgebiet als Randmeer vom Pacifischen Ozean abgliederten.

Südliche Hemisphäre.

Aus dem Untercarbon kennt man in Südamerika und Südafrika bis jetzt bloß vereinzelte Pflanzenschichten (Archäocalamiten in Argentinien, Lepidodendronsandsteine in der Kapkolonie), hingegen treten ähnliche Ablagerungen in der australischen Kordillere (Queensland bis Victoria) zusammen mit marinen Lagen als Randbildungen des Pacifischen Ozeans auf, und im nordwestlichen Teile des Kontinentes (Kimberleydistrikt) griff vom damaligen Mittelmeer die Wasserbedeckung herüber.

Die Einheitlichkeit der leitenden carbonischen Pflanzentypen läßt auf nahe räumliche Beziehungen der südlichen Kontinentalmassen zueinander, aber auch zu den nördlicheren Ländern schließen. Bekannte Pflanzen der oberen pro-

duktiven Stufe finden sich z. B. am Sambesi und in Südamerika (z. B. Sao Paulo, Paraguay), in letzteren Gebieten zusammen mit Bestandteilen der permischen Glossopterisflora und mit marinen Einschaltungen.

Im westlichen Südamerika (Anden von Bolivien, Chile) herrschte damals eine Meerestransgression, welche durch die auf S. 56 berührten Fusulinenkalke Zentralamerikas an die Vorkommnisse des westlichen Nordamerika anknüpft und über das schon von den Überflutungen des Obersilur- und Devonmeeres betroffene untere Amazonasgebiet[1]) das atlantische Becken erreicht; das Amazonasmeer bildet ein Gegenstück zu dem jenseits übergreifenden Saharameer.

Die Transgressionen der jüngsten Carbonzeit betrafen also weite Flächen sowohl in den arktischen, als auch in tropischen Gebieten; andererseits stehen ihnen Rückzugsbewegungen in Mitteleuropa, Ostasien, in der Appalachen- und östlichen Prärienregion sowie in Australien („Lower coal-measures“ über dem teilweise marinen Kulm) gegenüber. Angesichts dieser unregelmäßigen Verteilung der Trans- und Regressionen kann man wohl nur zur Anschauung kommen, daß Bewegungen der festen Kruste und nicht etwa Niveauschwankungen infolge kosmischer Ursachen (z. B. Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit, Polverschiebungen) als Erklärung heranzuziehen sind.

Bemerkungen über klimatische Verhältnisse.

Die große Ausdehnung carbonischer Faunen und Floren über die verschiedensten Breitengrade steht mit jener der vorhergegangenen Epochen völlig in Einklang und gilt im allgemeinen als der Ausdruck sehr gleichmäßiger klimatischer Verhältnisse. Allerdings darf man nicht vergessen, daß von

[1]) Interessant sind die Lepidodendron führenden Basisbildungen des marinen Obercarbonkalks von Itaituba (Tapajoz).

einer wirklichen Gleichartigkeit aller klimatischen Faktoren nicht die Rede sein kann, denn die großen Unterschiede in der Sonnenbestrahlung, der Verteilung von Tag und Nacht in den verschiedenen Breiten bestanden unter allen Umständen. Die Tier- und Pflanzenformen, welche uns die Parallelisierungen über so weit auseinanderliegende Breiten ermöglichen, müssen einen hohen Grad von Anpassungsfähigkeit[1]) besessen haben, welcher ihre Bedeutung für die Beurteilung des Klimas herabdrückt. Auch darf man nicht vergessen, daß sehr häufig nicht identische Formen, sondern nur „geographische Varietäten" die Beziehungen weit entfernter Ablagerungen zum Ausdruck bringen und daß in diesen unscheinbaren Differenzen oft die Einwirkung klimatischer Faktoren verborgen sein kann.

Die großen Kohlenablagerungen dürften im allgemeinen unter einem gemäßigten, feuchten Klima entstanden sein.

Einen ausgleichenden Einfluß besaßen jedenfalls die Meeresströmungen, welche bei der Existenz der damaligen großen Mittelmeere und der weiten Ausdehnung des arktischen Ozeans eine große Rolle gespielt haben müssen. Besonders zur Zeit ausgedehnter Transgressionen, welche die arktischen Meere in ganz freie Verbindung mit den übrigen Ozeanen bringen (z. B. im Obersilur, Mittel- und Oberdevon, Obercarbon), macht sich der ausgleichende Einfluß in der größeren Einheitlichkeit der marinen Faunen entschieden bemerkbar.

5. Perm.

Die marine Tierwelt dieser Formation unterscheidet sich meist nur im Detail von jener der vorangehenden Forma-

---

[1]) Z. B. begleitet im Perm die Gattung Glossopteris die Glazialbildungen der Südhemisphäre, tritt aber vereinzelt auch in den auf warmes, trockenes Klima hinweisenden Bildungen Europas auf.

tion, so daß ihre Abgrenzung nicht in jedem Fall mit Sicherheit anzugeben ist. Ein wichtiges allgemeines Merkmal der permischen Welt bildet das Erscheinen der Ammoniten und Reptilien, ferner das Aussterben der Lepidodendron- und Sigillarienflora bei gleichzeitigem Aufblühen der Cycadeen und Koniferenvegetation. Besonders in Europa macht sich dieser Wechsel sehr deutlich bemerkbar.

Mitteleuropäische Permprovinz.

Auf dem durch die Gebirgsbewegungen der Carbonzeit bedeutend vergrößerten europäischen Festland dauerte die Bildung von limnischen Kohlenflözen stellenweise noch zu Beginn der Permzeit an. Diese an der Wende beider Formationen stehenden Bildungen erscheinen z. B. im französischen Zentralplateau, im Saar-Nahegebiet, am Schwarzwald (Oppenau), am sächsischen Abfall des Erzgebirges (Kohle von Zwickau, Plauen), in einem zwischen den Sudeten und dem böhmischen Plateau eingeschlossenen Zuge (Kohle von Rossitz); sie sind stellenweise (Lebach im Nahegebiet, Plauenscher Grund bei Dresden, Braunau in Böhmen) durch ihren großen Reichtum an Ganoidfischen, Labyrinthodonten und Reptilien ausgezeichnet und führen eine sehr einheitliche Flora, in welcher besonders Walchia piniformis stark vertreten ist. — Die Faltungsbewegungen der Carbonzeit kamen damals langsam zur Ruhe, es erfolgten Nachsenkungen und mit diesen gewaltige Eruptionen von Quarzporphyren und Melaphyren, welche sich über weite Flächen von Mitteleuropa (z. B. Thüringen, Nahegebiet) breiteten; in den südlichen Alpen entstanden damals die mächtigen Ergüsse des Bozener Quarzporphyrs.

Die nun folgenden Schichten greifen im mittleren und nördlichen Europa (auch in England) flach über die verschiedenen, meist aufgerichteten älteren Gesteine, aus deren

Zerstörungsmaterial ihre eisenschüssigen Sandsteine und Konglomerate bestehen („Rotliegend").

Nirgends hat man in diesen Schichten Spuren von marinen Fossilien gefunden; wo überhaupt organische Reste erscheinen, handelt es sich um Stamm- und Blattreste von Pflanzen; das Rotliegende ist also entschieden eine Kontinentalbildung.

Im oberen Perm bildeten sich durch Inundation mancher tiefliegender Gebiete Seen und Lagunen, deren reiche Faunen von Ganoidfischen mitunter in sehr guter Erhaltung den damals abgelagerten tonigen Sedimenten eingebettet sind (Kupferschiefer von Mansfeld, Zechsteinschiefer von England). Schließlich fand das Meer freieren Zutritt und es lagerten sich die vorwiegend kalkig-dolomitischen Sedimente des Zechsteins mit einer ziemlich eintönigen Fauna (Productus horridus, Schizodus obscurus) ab.

Das Verbreitungsgebiet dieser marinen Stufe umfaßt das nördliche England und sehr große Teile von Deutschland. Zechstein unterlagert, wie besonders durch Bohrungen nachgewiesen wurde, einen großen Teil des norddeutschen Flachlandes, vom unteren Rhein angefangen über Hannover, Mecklenburg, Brandenburg, und setzt sich von hier in das nordwestliche Rußland fort; er umringt den damals schon isolierten Harz, dringt in das „Thüringische Becken" (am Fuß des Erzgebirges und Thüringer Waldes) und erreicht südöstlich des Rheinischen Schiefergebirges die Pfalz. — Südlich dieser Zechsteinprovinz bestanden Landmassen, welche z. B. das Karpathen-Balkangebiet samt Galizien, die böhmische Masse, das süddeutsche Tafelland umfaßten und über die Vogesen, das französische Zentralplateau, die normannische Halbinsel und Belgien nach Südengland reichten. Die so zwischen dem nordischen Kontinent und dieser Landzone eingeengte Flachsee wurde wiederholt von der Verbindung

mit dem Weltmeer abgeschnitten und war starker Verdampfung ausgesetzt, so daß Gips, Anhydrit und Steinsalz, auf weiten Flächen sogar die letzten Eindampfungsrückstände (Kali- und Magnesiasalze von Südhannover, Brandenburg, Thüringen usw.) zum Absatz gelangten. Der letztere Prozeß spielte sich besonders an der Wende zwischen Perm- und Buntsandsteinzeit ab.

Mediterran-Entwicklung des Perm.

Auch in den südlicheren Teilen Europas ist die hier behandelte Formation durch geringe Ausdehnung mariner Ablagerungen ausgezeichnet. — Die pflanzenführenden untersten Permschichten mit Walchia piniformis und Farnen finden sich in der spanischen Meseta, in den Pyrenäen, ferner als langer Sandstein-Zug in den Ligurischen Alpen („Verucano"-Bildungen) und auch in anderen Teilen des gleichen Kettengebirges. Das Meer drang nur an wenigen Stellen ein, welche zum Teil schon im Obercarbon durch marine Schichtentwicklung ausgezeichnet waren; so finden sich in den französischen Pyrenäen zum Teil in Wechsellagerung mit den Walchienlagen, zum Teil selbständig Bänke mit Meeresfossilien, welche zu jenen der früheren Epoche noch in außerordentlich naher Beziehung stehen. Eine besonders prächtige Fauna mit zahlreichen wohlerhaltenen Ammoniten, Gastropoden, Brachiopoden (darunter eigentümlich korallenähnlich wuchernde Formen, wie „Richthofenia") u. a. haben die Kalkklippen des Val Sosio in Sizilien geliefert, und eine ähnliche Tiergesellschaft wurde in den Karnischen Alpen und Karawanken gefunden.

Die Zeit des untersten Perm (Permocarbon) stellt aber noch nicht die stärkste Reduktion der Meeresbedeckung auf europäischem Boden dar. Man sieht z. B. in der Zone der Karnischen Alpen über dem marinen untersten Perm die

Äquivalente des deutschen Rotliegenden als Konglomerate und fossil-leere Sandsteine entwickelt; man findet analoge Bildungen in Südtirol (Grödener Sandstein), wo in ihrer Unterlage die mächtigen Porphyrergüsse von Bozen ein Seitenstück zu den Eruptivmassen des mittleren Deutschland bilden. Ähnliche Bildungen erscheinen auch in den Westalpen („Veruccano" der Schweiz), in den Karpathen, den dinarischen Gebirgen usw., so daß die Rotliegendphase tatsächlich für Europa eine echte Kontinentalzeit bedeutet.

Ungefähr gleichzeitig mit den Zechsteinbildungen des Oberperm erfolgte auch in den Südalpen und im dinarischen Gebirge von Bosnien ein kleines Vordringen des Mittelmeeres; es wurden die Bellerophonkalke abgelagert, welche aber infolge der zwischen sie und die Zechsteinprovinz eingeschalteten breiten Landbarriere nur entfernte Anklänge an deren Fauna zeigen, hingegen wichtige Beziehungen zu Indien aufweisen.

Das russische Perm

ist westlich des Urals von der Aralokaspischen Ebene bis zum Eismeer außerordentlich verbreitet, nimmt beispielsweise den größten Teil des Gouvernements Perm ein — von welchem es den Namen hat — und reicht im Westen über den Meridian von Moskau hinaus. Entlang des Ural und im Timan sind die tiefsten, durch pflanzenführende Lagen vom Carbon getrennten Schichten (Permocarbon oder Artinskstufe) mit einer sehr reichen Meeresfauna entwickelt, welche u. a. auch Ammoniten enthält und mit den wenigen mediterranen Vorkommnissen so nahe Beziehungen aufweist, daß ebenso wie im Obercarbon eine Verbindung bestanden haben muß, welche nur im Süden möglich war, da ja Mitteleuropa damals ein Festland bildete. Der Meeresrückzug der Rotliegendstufe machte sich auch hier geltend, es kamen pflan-

zenführende Schichten mit Süßwassermuscheln (ähnlich der Teichmuschel) zum Absatz, und erst im obersten Perm breitete sich ein seichtes Meer aus, welches aber nicht die mediterrane, sondern die Fauna der Zechsteinprovinz führt, so daß man vielleicht eine direkte Verbindung mit dieser annehmen darf, wenn auch zwischen den östlichsten Vorkommnissen der letzteren (Umgebung von Mitau) und dem innerrussischen Perm auf weite Erstreckung nur die altpaläozoische Unterlage freigelegt ist.

Asiatische Permablagerungen.

Es ist gegenwärtig noch für große Gebiete der Erdoberfläche nicht möglich, eine befriedigende Darstellung der Verbreitung permischer Ablagerungen zu geben, da in vielen Fällen die Trennung der Faunen, zum Teil auch der Floren, von jenen des Obercarbons nicht durchgeführt ist.

Es steht allerdings fest, daß sich das marine Unter-Perm des Urals nach Nowaja Semlja und Spitzbergen fortsetzte, aber weiterhin, im arktischen Gebiet, verlieren sich einstweilen noch die Spuren. Auf der anderen Seite stehen die uralischen und mediterranen Vorkommnisse der Formation mit zentralasiatischen in enger faunistischer Verbindung, aber die Zahl der Fixpunkte ist noch ziemlich gering. Von allgemeiner Bedeutung sind die Vorkommnisse in Armenien (Djulfa) und in der indischen Saltrange, welch letztere in ihrer außerordentlich reichhaltigen, das ganze Perm umfassenden Fauna zahlreiche gemeinsame Formen mit den südalpinen, sizilischen und uralischen Lokalitäten aufzuweisen hat. Die Productusschiefer des Himalaja, ferner ähnliche Vorkommnisse im Gebirge von Bochara, im westlichen Kuenlun und in der Dsungarei (Turfan) zeigen, daß die Verbreitung im allgemeinen demselben Prinzip folgte, wie jene der vorhergegangenen Stufe. Die Verbindung reichte über Südchina

(Yünnan, Nanking) zum Pacifischen Ozean, in dessen Bereich einerseits Japan, andererseits der Ostindische Archipel (ammonitenführendes Perm auf Timor) die große Verbreitung der uralisch-mediterranen Faunenprovinz beweisen. Um die Niveauschwankungen zu verfolgen, welche man im europäischen Verbreitungsgebiete der Formation feststellen kann, fehlt aber noch das Material; doch müssen große Trockenlegungen zeitweilig stattgefunden haben, sonst wäre es nicht möglich, daß Bestandteile der südlich des Mediterrangebietes verbreiteten Landfaunen und Floren diesen Gürtel überschreiten und sich in Nordeuropa stellenweise finden. Reptilien von südafrikanischem Typus erscheinen in schottischem und nordrussischem Perm; in letzterem auch der wichtigste Farn der damaligen Südkontinente: Glossopteris.

Nordamerika.

Im acadischen Gebiet findet sich Rotliegend und Zechstein von europäischer Facies und wohl als Randbildung des gleichen mittelatlantischen Meeresbeckens. — Für das Appalachengebiet bedeutet die Permzeit eine Vervollständigung der carbonischen Rückzugsbewegung des Meeres, die oberen flözarmen und flözleeren Schichten der randlichen Kohlenfelder (Pennsylvanien und Virginia) gehören ihr an. Die gebirgbildenden Faltungen erloschen hier allmählich gegen Ende der paläozoischen Zeit. Westlich des Mississippi behauptete sich ganz analog den Verhältnissen im uralischen Gebiet das Meer noch während der unteren Permzeit und lagerte in Texas, Kansas, Nebraska ammoniten- und brachiopodenführende Bildungen ab, welche den äquivalenten Schichten Europas ungemein nahe stehen. Nach dieser Zeit erfolgte aber ein weiterer Rückzug des Meeres aus dem amerikanischen Kontinentalbereich und die im „Westen“

(Prärieregionen, Rocky Mountains, Plateaugegenden des Colorado) sehr verbreiteten, oft salzimprägnierten „Red beds“ kennzeichnen die Übergangszeit zwischen der paläozoischen und mesozoischen Ära; damals wurde also jenes eigentümliche, gegen den Pacifischen Ozean gewendete Randmeer, welches schon im Obercarbon stark eingeschrumpft war, trockengelegt.

Bemerkungen über das permische Klima der Nordhemisphäre.

Die ausgedehnten Verlandungen, welche während der letzten Abschnitte der paläozoischen Zeit in den gemäßigten Zonen der Alten und Neuen Welt stattfanden, mußten eine sehr bedeutende Rückwirkung auf das Klima ausüben. Die weiten Morastgebiete des europäischen Hauptkohlengürtels (England-Belgien-Norddeutschland), welche zur Zeit des älteren produktiven Carbons vorübergehend sogar Einbrüche des Meeres erfuhren, wurden schon vor Beginn der Permzeit trockengelegt und durch Faltung den südlicheren Erhebungen angegliedert; letztere verloren dadurch ihren früheren Insularcharakter und bildeten einen geschlossenen Wall, welcher das mittlere und nördliche Europa vom Mediterrangebiet absperrte. Zu dieser Zeit begann die Lepidodendron- und Sigillarienflora zu verschwinden, und zahlreiche Koniferenbestände, welche wohl weniger Feuchtigkeit beanspruchten, beherrschten das Vegetationsbild. Häufig sind Sandsteine, welche durch Kreuzschichtung große Analogie mit Flugsandbildungen verraten, andere Ablagerungen erinnern an die Schuttausstreuungen, welche in Trockengebieten durch sporadische Gußregen bewirkt werden; nicht selten findet man verkieselte, in Sand begrabene Baumstämme und ganze Kolonien von solchen („versteinerte Wälder“), während die Kohlenbildung an Bedeutung zurücktrat und im oberen Rotliegenden gänzlich aufhörte. Damals hatte sich der Arm des

Weltmeeres, welcher zur Zeit des Unterperm (Permocarbon) noch aus den Mediterranländern durch das uralische Gebiet bis in die arktischen Gegenden reichte, zurückgezogen, womit wohl eine weitere Verminderung der Feuchtigkeit in Mitteleuropa eintrat.

Als später ein flaches Meeresbecken die Gebilde der „Zechsteinprovinz" zum Absatz brachte, war es im Norden und Osten durch den großen Kontinent, im Süden und Westen durch den Gebirgswall dem Einflusse des ozeanischen Klimas entzogen; seine Umrandung hatte daher die Merkmale einer Wüste, und jede Abschnürung vom Ozean führte zur Eindampfung, also zur Ausscheidung von Salz[1]).

Ähnliche Zustände herrschten im mittleren Nordamerika, wo die letzten seichten Meeresbecken durch Ketten von Bodenerhebungen im westlichen Kordillerengebiet vom Pacifischen Ozean getrennt waren. Nach Richthofens Beobachtungen war auch das nördliche China zur gleichen Zeit eine Wüste, welche der Gebirgswall des Kuenlun gegen den östlichen Abschnitt des Mittelmeers absperrte. Es verdient Beachtung, daß sich auf diese Weise die damaligen Trockengebiete in zonarer Anordnung um das heutige Polargebiet gruppieren.

Das Perm der südlichen Kontinentalgebiete.

Inmitten der alten Gesteine von Zentralindien liegen flache Mulden von kohlenführenden Schichten der unteren „Gondwanaformation", welche zahlreiche Farnreste, darunter die charakteristischen zungenförmigen Blätter von Gangamopteris und Glossopteris, ferner Nadelhölzer und Sagopalmen (Cycadeen) enthalten; Ausläufer dieser Gesteinsgruppe reichen in den östlichen Himalaja (Sikkim). Die an der Basis der Gondwanas häufig erscheinenden Block-

[1]) Sogar die leicht zerfließlichen Kali- und Magnesiasalze wurden in diesem trockenen Klima lokal ausgeschieden. Vgl. die Lager von Staßfurt.

schichten (Talchirkonglomerat) erinnern durch die unregelmäßige Anordnung des Trümmermaterials und durch das Vorkommen gekritzter Geschiebe in einem feintonigen Bindemittel an die Grundmoränen von Gletschern. Weiter nördlich von den zentralindischen Bergketten (Vindhya- und Aravalligebirge) treten in der Saltrange am Indus, hier aber bereits als Unterlage mariner Schichten, Lagen mit zahlreichen, oft facettenähnlich geschliffenen und deutlich gekritzten Porphyrbrocken usw. auf, welche wahrscheinlich aus dem Gebiet der eigentlichen Halbinsel stammen und als Glazialspuren aufgefaßt werden.

Bildungen, welche der unteren Gondwanaserie in jeder Beziehung ähnlich sind (Kohlenschichten mit der Glossopterisflora und der Reptilienordnung der Dicynodonten), bilden in Südafrika: Kapkolonie, Oranjekolonie, Transvaal die Ablagerungen der „Karrooformation". Wieder erscheinen an der Basis die Blocklehme („Dwykakonglomerat"), häufig auf einem prachtvoll geschrammten Felsgrund ruhend, der von einem Gletscherboden nicht zu unterscheiden ist. Ähnliche Verhältnisse werden aus dem südlichen Brasilien beschrieben, wo aber die Flora auch noch carbonische Leitformen enthält (vgl. S. 57). Besondere Ausdehnung haben die Ablagerungen des Gondwanatypus im östlichen Australien (Neu-Südwales, Victoria), wo sie die Träger der wichtigsten Kohlenflöze und der Glossopterisflora sind, aber auch marine Einlagerungen mit Productus, Conularia usw. enthalten. Die Moränenbildungen an der Basis haben große Mächtigkeit und zeigen alle Merkmale der südafrikanischen Vorkommnisse.

Man faßt jetzt die Blockschichten mit den Glazialspuren ziemlich allgemein als Permocarbon oder unterstes Perm auf und darf eine Bekräftigung dieser Annahme darin erblicken, daß Glossopteris vereinzelt auch im Perm von Europa

vorkam und daß Dicynodonten in den permotriadischen New Red-Bildungen von Schottland und Nordrußland entdeckt wurden.

Trotzdem bildeten die Südkontinente im allgemeinen doch eine sehr wohl gekennzeichnete pflanzen- und tiergeographische Provinz, welche vermuten läßt, daß in Teilen des heutigen südlichen Atlantik und des indoaustralischen Gebietes ein Zusammenhang der Landmassen bestand.

Es muß auch auffallen, daß während der vielen Schwankungen der Küstenlinie in paläozoischer Zeit große Landstrecken, welche am Rande des Indischen und Südatlantischen Oceans liegen, keine Spuren von Überflutung zeigen, was kaum verständlich wäre, wenn letztere in nur annähernd ähnlicher Form wie heute existiert hätten.

Die vier genannten Hauptgebiete der südlichen Permablagerungen gehörten also vermutlich einer zusammenhängenden Kontinentalgruppe an und lagen in den Randzonen der letzteren, teilweise schon in Gegenden, welche dem Eindringen des Meeres ausgesetzt waren.

Ein feuchtes Klima darf ohne weiteres angenommen werden, was diese Gegenden in einen Kontrast zu den europäisch-nordamerikanischen Trockengebieten bringt. Wir müssen die Möglichkeit großer, weit über die Schneegrenze emporragender Gebirge im Hinterlande der Blockablagerungen berücksichtigen; z. B. im östlichen Australien erfolgten vor der Entstehung dieser Gebilde sehr bedeutende Faltungsbewegungen; die heutigen Gebirge, in welchen die jungpaläozoischen und mesozoischen Schichten oft fast horizontal liegen, sind nur Relikte, welche durch lange Zeit der Abwitterung ausgesetzt waren. Auch in Südafrika und der indischen Halbinsel sind die älteren Formationen oft stark gestört, mächtige Lavaergüsse, vielleicht wie in Europa die Nachwirkung starker Bodenbewegungen, sind z. B. in der Karrooformation sehr

verbreitet. All das, zusammengenommen mit den Argumenten für eine ehemals viel größere Ausdehnung der Südkontinente, gestattet wohl auch Rückschlüsse auf die Existenz entsprechend bedeutender Vertikalerhebungen. Rätsel bietet allerdings die Existenz der oft bis in das damalige Meeresniveau herabreichenden Gletscherspuren auch dann noch, da bei einer der heutigen wenigstens annähernd entsprechenden Erdgröße — wie sie für diese Zeit schon vorausgesetzt werden muß — keine hypothetische Polverschiebung diese verschiedenen Regionen in antarktischen Breiten vereinigen würde. — Einen unbekannten Faktor bildet noch die Rolle der heutigen Antarktis, welche sich durch die große Verbreitung von Urgebirge und rotem Sandstein als Festlandfragment erweist. Bei dem auf S. 68 erwähnten Zusammenhange der übrigen Südkontinente würde ihr Verband mit dem hart angrenzenden Südamerika den Ring um die eventuell vorhandenen Wasserflächen im Süden der atlantisch-indischen Landbrücken enger schließen und für sie, wie auch für ihre Umgebung wohl eine Verschärfung des klimatischen Einflusses antarktischer Eismassen bewirkt haben.

Wichtig für die Beurteilung des Problems ist es, daß besonders im Bereiche der Südkontinente, lokal freilich auch in anderen Gebieten (z. B. Cambrium von Mittelchina), Gletscherspuren aus verschiedenen Formationen angegeben werden. Man hat gekritzte Geschiebe und Blockablagerungen aus devonischen und vermutlich vorcambrischen Gesteinsgruppen der Kapkolonie beschrieben, und ähnliche Spuren kommen auch in alten Sedimenten der indischen Halbinsel sowie in Australien vor.

Fehlen auch zur Aufstellung einer befriedigenden Erklärung noch viele Daten, so stehen doch die Erscheinungen an sich ganz im Einklang mit der neueren Anschauung, daß die physikalischen Zustände auf der Erdoberfläche seit Beginn

der Zeit, aus welcher uns Reste von organischen Wesen vorliegen, keine prinzipiellen Veränderungen erfahren haben und daß die früher beliebte Annahme eines durch größere Erdwärme bewirkten Treibhausklimas der früheren Perioden den Tatsachen nicht gerecht wird.

Mesozoisches Zeitalter.

6. Triasformation.

Vom Cambrium angefangen bis zum Beginn des Perm drückt sich in der geographischen Entwicklung Europas trotz aller Mannigfaltigkeit der Einzelerscheinungen eine gemeinsame Tendenz darin aus, daß von Norden her der Kontinent durch Angliederung von Faltenzügen an Zusammenhang gewinnt, während sich die marinen Hauptdepressionen mehr und mehr in das ostrussische und das Mediterrangebiet verschieben. Im oberen Perm gliedert sich auch das erstere in seinem Verhalten an den genannten Kontinentalsockel an, so daß während der Trias der Gegensatz zwischen der Hauptmasse von Europa und dem damaligen Mediterrangebiet den Charakter der Sedimentbildung beherrscht.

„Germanischer" Triastypus in Mittel-Europa.

Das Triassystem, welches sich in seiner Verbreitung sehr nahe an das Perm anschließt, zeichnet sich in Deutschland und fast allgemein auch im übrigen außeralpinen Mitteleuropa durch den wiederholten Wechsel von Kontinentalbildungen mit Flachmeersedimenten aus. Das trockene Klima (vgl. Perm) brachte es mit sich, daß bei dem Zurückweichen des Meeres in der Regel nicht Süßwassermoräste und Sumpfwälder, wie im Carbon, sondern Salzseen, vegetationsarme Flugsandgebiete und Schotterebenen

das Terrain bedeckten; Verhältnisse, für welche in der Gegenwart das aralokaspische Gebiet Asiens vielleicht den besten Maßstab liefert. Das tiefste Triasglied: der meist durch Eisenoxyd gefärbte Buntsandstein ist, wie die lokalen Pflanzenreste (die Koniferengattung Voltzia, Schachtelhalme, Farne), Fährten von Landreptilien, Trockenrisse auf den Schichtflächen und zahlreiche andere Merkmale zeigen, vorwiegend in Depressionen der Landoberfläche entstanden. Die Hauptmasse des böhmisch-sudetischen Gebietes, des französischen Zentralplateaus ragte inselartig aus diesen Ablagerungsgebieten auf; dasselbe gilt auch vom Kern der spanisch-portugiesischen Meseta und vielleicht noch von manchen mitteldeutschen Gebirgen. Das Ablagerungsgebiet des Buntsandsteins dehnte sich ostwärts unter der Norddeutschen Ebene gegen Rußland aus und reichte im Nordwesten bis England, wo der „New Red Sandstone" den Rand zwischen den älteren Gebirgen des Westens und der mesozoischen Platte bildet.

Im oberen Buntsandstein Mitteleuropas herrschen marine Schalenreste vor, welche die Vorboten der mitteltriadischen Meeresinvasion sind. Der „Muschelkalk", welcher als Sediment der letzteren entstand, enthält eine in ihrer Zusammensetzung sehr gleichförmige Fauna, in welcher als Leitfossilien Stielglieder von Seelilien (Encrinus liliiformis), Brachiopoden (Terebratula vulgaris), Muscheln (Gervillia socialis etc.) und in einem relativ hohen Horizont die bekannte Ammonitengruppe des Ceratites nodosus auftreten. Im wesentlichen wurden damals die weiten Sandflächen der unteren Trias ziemlich gleichmäßig unter Wasser gesetzt, doch erreichte das Meer England nicht; auch die früher genannten europäischen Festlandgebiete bildeten Aufragungen, deren Einfluß sich durch den Litoralcharakter der benachbarten Sedimente verrät. Durch das Auftreten lokaler Gips- und Salz-

ablagerungen sind vorübergehende Abschnürungen einzelner Meeresteile angedeutet, welche jenen der Zechsteinphase des Perm ähneln.

Nach dem Muschelkalk erfolgte zur Zeit des Keupers von neuem ein Sinken des Meeresspiegels im Umkreis des mittel- und westeuropäischen Festlandsockels; es stellten sich Ablagerungen ein, welche Pflanzen (Equisetum, Voltzia, Cycadeae) und lokal unreine Kohlenschmitzen enthalten; auf dem trockengelegten Meeresboden lebten Landreptilien. Stellenweise greifen aber solche Bildungen über das Verbreitungsgebiet der tieferen Triasstufen hinaus, so z. B. in England, wo sie bis in die paläozoischen und präcambrischen Hügelländer des Westens eindringen und mitunter vortriadische Landschaftsformen voll tief eingeschnittener Talfurchen begraben (Leicestershire). — Sehr häufige Begleiter des Keupers sind Gips- und Salzstöcke; sie finden sich z. B. im Untergrund der Norddeutschen Tiefebene ebenso wie im Schwäbisch-Fränkischen Tafelland, in den Westalpen, in den Vorbergen der Pyrenäen, der Sierra Nevada, in Portugal usw.

Gegen Ende der Triaszeit begann nach den vorausgegangenen Oszillationen jene für Jura und Kreide bezeichnende größere Überflutung des europäischen Kontinents; die einzelnen Depressionen und Binnenseen verbanden sich zu einer mehr zusammenhängenden Wasserfläche, in welcher die Fauna der „rätischen" Stufe lebte: besonders bezeichnend die gerippte, stark geschweifte Muschel Avicula contorta, kleine Miesmuscheln usw. Pflanzenschichten und dünne Knochenlagen („Bone bed") mit den Resten von Fischen, Reptilien und Zähnen von kleinen Säugetieren (besonders häufig Microlestes) zeigen, daß reiches Leben in den Küstenebenen existierte, über welche sich das Wasser allmählich ausbreitete. Die Meeresspuren reichen über Nord-

deutschland nach Schonen und berühren damit zum erstenmal seit der Silurzeit wieder den Boden Skandinaviens; sie erstrecken sich im Westen über die englischen Kohlenfelder hinweg bis Irland, im Osten bis Posen und im Süden über Württemberg, Lothringen entlang der Tiefenfurche am Ostrand des französischen Zentralplateaus in die Provence, die Westalpen usw.; hingegen fehlen noch die Nachweise aus der Pyrenäenhalbinsel und aus Afrika.

Nordafrika.

In Algier, Tunis und Marokko herrscht in der Trias der Typus des Buntsandsteins (mit seltenen Muschellagen) und des gipsführenden Keupers; es grenzten also Flachsee- und Lagunenbildungen nach Art der mittel- und westeuropäischen die Mittelmeerprovinz der Trias förmlich gegen den Atlantischen Ozean ab, während im Carbon noch vollkommen freie Verbindung bestanden hatte.

Rußland.

Auch die breite Tiefenzone, welche früher die Verbindung zwischen Mittelmeer und arktischem Gebiet ermöglicht hatte, bestand zwar noch, aber nur als eine flache Senke, in welcher Land- und Lagunenbildungen vom Typus des Buntsandsteins abgelagert wurden.

Mediterrane Triasprovinz Europas.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Ablagerungen zeigt die Trias in vielen Teilen der Alpen und anderer europäischer Kettengebirge eine reiche Folge von echt marinen Schichten. In der nördlichen Kalkzone der Ostalpen, welche als Idealgebiet dieser Entwicklung gelten kann, zeigen die sandig-glimmerigen, oft gips- und salzführenden Werfener

Schichten (vgl. Salzkammergut) noch Verwandtschaft mit dem Buntsandstein und haben manche Meeresfossilien mit dessen oberen Lagen gemeinsam. Auch die mittlere Trias kann noch in nähere Beziehung zum deutschen Muschelkalk gebracht werden, wenn auch ihre Meeresfauna reicher und bezüglich der Ammoniten vorwiegend aus anderen Typen zusammengesetzt ist; hingegen stehen die oft weit über 1000 m mächtigen Kalk- und Dolomitmassen der oberen Trias (Dachsteinkalk und Hauptdolomit) in auffälligem Gegensatz zum Vorherrschen der Kontinentalbildungen im „Keuper". Das Gebiet der nördlichen Kalkalpen war demnach zur Triaszeit meist vom Meere bedeckt, in welchem zahlreiche Korallen- und Diploporen(Kalkalgen)riffe geschlossene Kalkablagerungen bildeten, während stellenweise Muschelbänke mannigfaltigster Art durch ihren Reichtum an Brachiopoden, Bivalven, Ammoniten usw. hervortreten (vgl. die Hallstätter Kalke). Nur vereinzelte sandige Einschaltungen, so vor allem die kohlenführenden Lunzersandsteine mit ihrer Keuperflora (Farne, Cycadeen, Equiseten usw.), erinnern uns an die Nähe des Festlandes, welches im Norden das alpine Meer von der deutschen Provinz trennte. — Die Südalpen und der inselartig aus der Ungarischen Ebene aufragende Bakony entsprechen in ihrer Triasentwicklung im ganzen der nördlichen Kalkzone, zeichnen sich aber dadurch aus, daß in der Übergangszeit zwischen Muschelkalk und Keuper gewaltige Eruptionen von Felsitporphyren und Porphyriten erfolgten. In Zusammenhang mit diesem Phänomen steht wohl die Erscheinung, daß schon im Muschelkalk Bodenbewegungen aus der klastischen Beschaffenheit einzelner Sedimente und dem Auftreten von Pflanzenspreu nachweisbar sind.

Wie mehrere, allerdings in der Schichtreihe unvollständige Ablagerungsreste in dem kristallinischen Gebirge der Zentralalpen zeigen, bildeten diese keineswegs eine ständige

Insel im Meere, sondern waren — wenigstens während der oberen Trias — großenteils untergetaucht, und Ähnliches gilt auch von den Westalpen, welche in vielen Merkmalen zwischen der mitteleuropäischen und der Mediterranprovinz vermitteln. Die Trias der schweizerisch-savoyischen Hochalpen und der Dauphiné erinnert mit ihren bunten, wenig mächtigen Schichten, der Häufigkeit von Gips, Salz und Rauchwacken an den mitteleuropäischen Typus, während sich jene der nordschweizerischen Klippen (z. B. Giswyler Stöcke, Mythen, Iberger Stöcke) und des Briançonnais dem ostalpinen weit mehr nähert; der Übergang zwischen beiden Entwicklungsarten liegt also innerhalb der Westalpen selbst.

Etwas Ähnliches gilt auf der anderen Seite für die Karpathenländer, wo z. B. der Bakonywald und das innerungarische Bergland am Sajó ganz ostalpinen Typus zeigen, während in der Umrandung der archaischen Gebirge (Tatra usw.) ein sehr lückenhaftes Triasprofil vorhanden ist, welches oft nur aus roten Sandsteinen, Rauchwacken und Spuren von Rät besteht. Erst in den äußeren Faltenzügen wird die Schichtreihe wieder mächtiger, aber das Auftreten bunter Keupermergel erinnert bereits an die deutsche Entwicklung, ebenso wie andererseits die schon in das Gebiet der letzteren fallende oberschlesische Trias sehr deutliche Verwandtschaft mit der Mediterranentwicklung zeigt (besonders in Facies und Fauna des Muschelkalks).

Die Grenze der besonders zur Keuperzeit stark verschiedenen Provinzen ist also nur teilweise durch Landbarrieren nach Art der böhmischen Masse gebildet, während sie an vielen anderen Stellen bereits in die heutige Kettengebirgszone fällt.

In den ungarisch-siebenbürgischen Grenzgebirgen, den Ostkarpathen (Hallstätter Kalke bei Kimpolung) und der Dobrudscha setzte sich das Meer, wohl durch Inselzüge unter-

brochen, nach Osten fort; es grenzte im Balkangebiet an die alte Gebirgsmasse der Rhodope, deren Einfluß sich durch die lückenhafte Ausbildung der Schichtfolge zeigt, und erreichte die Krim, wo seine Strandbildungen das Granitmassiv von Podolien im Süden begrenzen.

Eine südlichere Reihe mediterraner Triasvorkommnisse beginnt in Spanien an der Ebromündung, umfaßt die Balearen, Teile von Korsika und Sardinien und zahlreiche, vorwiegend kalkige Berge der westlichen Apenninenseite. Man sieht die Formation weiterhin in einer Ausbildung, welche sich an jene der Südalpen ohne Unterbrechung anschließt und auch die Spuren der mitteltriadischen Eruptionsperiode allenthalben zeigt, in den dinarischen Gebirgen, sowie in Griechenland (Hallstätter Kalke in Messenien); Ablagerungsreste sind ferner auf den Inseln des Ägäischen Meeres (Kreta, Chios) verbreitet und knüpfen dadurch an die asiatischen Ketten an. Hingegen scheint das marine Triassystem im östlichen Mittelmeer den Rand des afrikanischen Kontinents nicht erreicht zu haben.

Fortsetzung des mediterranen Triasmeeres durch Asien.

Obwohl die Triasformation Kleinasiens nur im nordwestlichen Teile der Halbinsel (Golf von Ismid, Balia Maden) erforscht ist, läßt sich doch nicht bezweifeln, daß weit ausgedehnte Verbindungen nach Osten gegangen sind. Der Kaukasus gehört nach dem gegenwärtigen Stande der Kenntnis bereits dem Südrande jener Landmasse an, deren Uferzone durch die Krim läuft und sich im Elbursgebirge von Nordpersien durch das Auftreten pflanzenführender Ablagerungen (Rät-Lias?) verrät. Aber weiter südlich, in Armenien, vielleicht auch in Teilen von Persien, leiten die marinen Spuren weiter nach Zentralasien, wo über weite Gebiete einzelne Fundpunkte verstreut sind. Man kennt solche aus

Afghanistan, dem Pamir, aus den Gebirgen von Ostbochara, und das vereinzelte Vorkommen am Berge Bogdo in der Kaspischen Steppe zeigt, daß die Meeresbildungen noch gegen die ostrussische Terrainsenke hinaufreichten, welche in mehreren vorhergehenden Formationen die Verbindung zum Eismeer gebildet hatte.

Prachtvoll entwickelt ist die Trias in den mesozoischen Zonen des Zentralhimalaja, wo geschlossene, über weite Strecken hin verfolgbare Profile in bezug auf Fossilreichtum den alpinen mindestens gleichkommen. Die Übereinstimmung mit den europäischen Vorkommnissen erstreckt sich so weit, daß sich fast alle wichtigeren Stufen in beiden Gebieten miteinander an Hand identischer oder nahe verwandter Arten in Beziehung bringen lassen; nur die untersten Ceratiten- und Ammoniten-Schichten weisen erheblichere faunistische Unterschiede auf, was bei der Flachseenatur der entsprechenden europäischen Absätze nicht verwundern kann. Das Meer reichte durch Tibet in die Faltenketten von China, wo von der Umgebung des Kukunor Faunenfragmente aus verschiedenen Triasstufen gebracht wurden.

Pacifische Randgebiete.

Zahlreicher sind die Spuren in den nach Süden abzweigenden Faltenketten, welche durch das Gebiet der Shanstaaten, durch die Provinz Yünnan und Tongking zum Pacifischen Ozean laufen und sich zum Teil in den Inselzügen des Ostindischen Archipels fortsetzen. Marine Trias, besonders Schichten mit Daonella, Halobia, Monotis, wurde in neuerer Zeit an so vielen Stellen gefunden (Sumatra, Roti, Misol, Westborneo), daß wohl der heutige Archipel als Teil des Triasmeeres aufgefaßt werden kann, welches sich von da in den südlichen Pacifischen Ozean fortsetzte und auf Neukaledonien, Neuseeland und sogar auf dem Festlande von

Australien (Noora in Neu-Südwales) Ablagerungen hinterließ. Besonders bezeichnend für diese Gebiete ist die Muschel Pseudomonotis Richmondiana (zuerst aus der Umgebung von Richmond in Neuseeland beschrieben), welche eine große Ähnlichkeit mit der alpinen Monotis salinaria hat.

Alle diese Vorkommnisse haben nur das Gepräge von Randbildungen eines zeitweise auf die angrenzenden Kontinentalränder übergreifenden Ozeans, sie stehen sowohl in Ostasien als auch im australischen Gebiete in enger räumlicher Beziehung zu den später zu erwähnenden Pflanzenschichten des Gondwanatypus.

Auch im nördlichen Teile der pacifischen Westküste findet sich die Andeutung eines marinen Triassaumes in Japan und in der russischen Küstenprovinz (Ussuri); auch hier erscheinen Pseudomonotisschichten mit Pseudomonotis ochotica, welche der südpacifischen Form sehr nahe steht. Die Ammonitenfauna der unteren und mittleren Trias von Ussuri hat so nahe Beziehungen zu jener des Himalaja (sogar wichtige gemeinsame Arten), daß auch hierin ein Beweis für das tatsächliche Durchgreifen der mediterranen Meeresprovinz zu erblicken ist.

In Nordamerika läßt sich die Uferzone der pacifischen Meeresablagerungen von Alaska (Schichten mit Pseudomonotis subcircularis am Mount Wrangel und am Peace River) über die Küstenberge von Britisch-Kolumbien nach Kalifornien verfolgen, wo außerordentlich ammonitenreiche Ablagerungen uns wieder das Bild der Hallstätter Kalke bieten und sogar gemeinsame Arten mit diesen aufweisen (z. B. Tropites subbullatus). Die Verbreitung dieser Bildungen umfaßte die Ketten des Wüstenbassins von Nevada. Aber östlich vom 117. Meridian begann der damalige Kontinentalbereich, welcher im Gebiet der Rocky Mountains und der westlichen Prärien durch Ablagerungen bunter Sand-

steine („Red beds“) an das Uralgebiet erinnert. Wie letzteres im Süden (Bogdo) sich allmählich gegen das Mittelmeer senkte und marine Einbuchtungen aufnahm, so reichen in Idaho (Aspenrange) die äußersten Ceratitenschichten des Pacifischen Meeres herein.

Weniger bekannt ist von der Uferzone in Südamerika, doch finden sich in Kolumbien (Chaperal) und Peru (Utcubambafluß) Schichten mit der nordamerikanischen Pseudomonotis, aber auch salzführende Ablagerungen von randlichen Lagunen.

Arktische Gebiete.

Im Norden stand der Pacifische Ozean in freier Verbindung mit dem Arktischen Meere, denn die Küstenablagerungen mit Pseudomonotis ochotica bedecken den Rand des Sibirischen Tafellandes[1]) (untere Lena, Olenek, Jama, Neusibirien), wo sie auch von ceratitenreichen Schichten der tieferen Trias begleitet werden; die Meeresspuren reichten, von Pflanzenlagen stellenweise unterbrochen, über Bäreninsel und Spitzbergen und finden ihr Analogon wieder im nordwestlichen Teile des arktisch-amerikanischen Archipels (Parryinseln, Ellesmereland). Es hat den Anschein, daß sich zur Zeit der oberen Trias, welche im allgemeinen durch eine größere Verbreitung ausgezeichnet ist als der tiefere Teil der Formation, auch zwischen Europa und Amerika schon eine Meeresverbindung vom Arktischen zum Atlantischen Meere öffnete, da man in der Umgebung des Kap Sabine (71°) auf Ostgrönland neben Keuperpflanzen marine Rätspuren fand.

Das **atlantische Nordamerika** besitzt entlang der Ostabdachung der Appalachen einen Saum mächtiger, von

[1]) Weiter im Innern und im Amurgebiet sind die mesozoischen Formationen nur durch die pflanzenführenden Angaraschichten mit lokalen Trappergüssen vertreten.

Melaphyrlaven begleiteter Sandsteine und Schiefertone (Connecticutsandsteine), welche Reptilienfährten und Triaspflanzen (Pterophyllum, Equisetum arenaceum, Voltzia heterophylla) führen, aber wohl unter einem feuchteren Klima entstanden als ihr europäisches Gegenstück, da sie Träger reicher Kohlenflöze sind. Man darf sie als Uferzone des atlantischen Meeresbeckens auffassen, dessen Gegenwart sich durch einzelne Muschelspuren in Carolina und durch eine ziemlich reiche Fauna in Mexiko (Obertrias von Zacatecas) verrät. Man geht wohl nicht fehl, wenn man annimmt, daß eine Verbindung mit dem Pacifischen Ozean auch damals bestand.

In den **Südkontinenten** (Indoafrika, Australien, Argentinien[1])) schließt sich die Reihe der pflanzen- und kohlenführenden Triasschichten vom Gondwanatypus an das Perm so nahe an, daß die Grenze bisher nur annähernd zu ziehen ist. Selbst Glossopteris Browneana, eines der wichtigsten Fossilien des südlichen Perm, steigt noch in Schichten hinauf, welche bereits bekannte mesozoische Gattungen (wie Pterophyllum, Taeniopteris etc.) enthalten. Die Reptilienordnung der Dicynodonten ist in den oberen Gondwanaschichten und auch in der entsprechenden Abteilung der Karrooformation reichlich entwickelt. Bezüglich der geographischen Beziehungen dieser Triasbildungen untereinander gilt dasselbe wie für das Perm. Einzelne Ausläufer der Floren (Glossopteris etc.) reichen nach Tongking, also in das Gebiet vorwiegend mariner Triasentwicklung, mischen sich aber dort mit Pflanzentypen der europäischen Obertrias.

[1]) In Parana und Uruguay sind fossilleere Sandsteine mit mächtigen achatführenden Lavaeinschaltungen verbreitet; sie erinnern an die obenerwähnten Connecticutsandsteine.

7. Juraformation[1]).

Die Jurazeit zeichnete sich in der Alten Welt durch ein weitverbreitetes allmähliches Vordringen der Meere aus, welches in Europa so bedeutend war, daß wieder eine Auflösung dieses Erdteils in einen Archipel erfolgte. Trotzdem lassen sich in der Verteilung von Höhen und Tiefen noch immer Grundzüge erkennen, welche seit den letzten großen Bewegungen der paläozoischen Zeit die Bildung der Sedimente beeinflussen: die Gebirgsfragmente von Mittel- und Westeuropa, das alte Mittelmeergebiet und die ostrussische Terrainmulde kommen immer wieder in den Ablagerungen deutlich zum Ausdrucke.

Die englisch-norddeutsche Jura-Region und ihre Randgebiete.

In England reicht auf der Ostseite der älteren (paläozoischen) Gebirge der Jura in ununterbrochenem Streifen von der Südküste bis Yorkshire und taucht gegen Osten unter die jüngeren Schichten.

Die Hauptmasse der Formation, welche in ihrem unteren Teile („Lias") vorwiegend durch dunkle, von Belemniten und Ammoniten erfüllte Schiefertone und Mergel, im mittleren („Dogger") durch oolithische Kalkabsätze, im oberen („Malm") durch Mergel, Tone und Korallenrasen besonders ausgezeichnet ist, stellt sich als marine Ablagerung dar, nur verrät sich im Norden (Yorkshire) zur Doggerzeit die unmittelbare Festlandnähe durch Einschaltung von Schichten mit Farnen, Cycadeen und Flußmuscheln. Gegen Ende der Jurazeit erfolgte hingegen im Süden ein Meeresrückzug, welchem die „Purbeck"schichten (mit Sagopalmenbeständen,

[1]) Eine kartenmäßige Darstellung mußte aus Raumrücksichten unterbleiben; man vergleiche übrigens die in vieler Beziehung ähnliche Verbreitung der unteren Kreide.

Resten von Landreptilien und Beuteltieren) ihre Entstehung verdanken.

Ein sehr großer Teil des Jurabeckens, dessen Westrand durch England zieht, liegt unter der Nordsee und den Rheinniederungen begraben, aber in Schonen (Südschweden) und Umgebung sind pflanzenführende Uferbildungen des Lias als Teil des Nordrandes erhalten, während im Teutoburger Walde und am Harzrand gewissermaßen der südliche Gegenflügel auftaucht. Die Fortsetzung der Meereszone verlief im Norden durch Mecklenburg nach Ostpreußen und Kurland, im Süden über Oberschlesien, Mähren nach Russisch-Polen (Czenstochau) und Galizien und wahrscheinlich weiter in das südrussische Dnjepr- und Donezgebiet, welches entschiedene Beziehungen zu den mitteleuropäischen Meeresfaunen hat. Die Überflutung ging naturgemäß in diesem riesigen Gebiete nicht gleichzeitig vor sich; zur Liaszeit wurden Rußland und Polen noch nicht vom Meere erreicht, und in Podolien wurde das paläozoische Terrain sogar erst im letzten Abschnitt der Juraformation unter Wasser gesetzt (Ablagerung von Nerineenkalken). Eine bedeutende Festlandregion bildete das böhmische Massiv, welches nur in seinem östlichen Randgebiet (am Fuß des Riesengebirges und in den Sudeten) und auch hier erst zur Malmzeit vom Wasser des erwähnten Meeresarms bespült wurde.

Pariser Becken und Juragebirge (Schweiz, Süd-Deutschland).

Die englische Jurazone setzt sich jenseits des Ärmelkanals auf französischem Boden fort und bildet einen breiten Saum um die flache Schichtmulde, in deren Zentrum Paris liegt, und in deren Umgrenzung die alten Gebirge der Bretagne, das Zentralplateau, Vogesen und Rheinisches Schiefergebirge aufragen. Zwar fällt es heute schwer, zu sagen, wieviel von diesen Bodenschwellen durch spätere Abwaschung mariner

Juraschichten bloßgelegt wurde; aber Unterbrechungen der Wasserfläche bestanden, wie die litorale Beschaffenheit der Liasbildungen und das lokale Übergreifen jüngerer Jurahorizonte auf alte Gebirgsränder (z. B. am Zentralplateau) zeigt; am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges liegt sogar erst die Kreide auf dem Paläozoicum. Das Meer erstreckte sich weiterhin in den Schweizer Jura und nach Süddeutschland, dessen prächtige Schichtstufen (schwarzer Jura = Liasschiefer, Kalke usw., brauner J. = Doggeroolithe usw., weißer J. = Malmkalk) die Schwäbische Alb aufbauen und bei Regensburg den Rand der insularen böhmischen Masse berühren. Ein direkter Zusammenhang der süddeutschen Jurabildungen mit den norddeutschen besteht heute nicht, doch kann die Unterbrechung durch Abwaschung bewirkt sein.

Ein gemeinsames Merkmal der besprochenen Vorkommnisse ist der Rückgang des Meeres am Ende der Jurazeit: die jüngsten Ablagerungen sind brackisch-lacustrisch (Südengland, Norddeutschland, Nordfrankreich) oder fehlen (Schwaben).

Westliches Mittelmeergebiet.

Zwischen dem Südwestrand des französischen Zentralplateaus und dem sehr unregelmäßigen Nordostabfalle der spanischen „Meseta" öffnete sich eine breite Verbindung vom Atlantischen Ozean zum Mittelmeere (Jura an den Rändern der Garonne- und Ebroniederung). Die Meseta bildete eine etwa dreieckig erscheinende Inselmasse, welche auch auf der portugiesischen Seite und in der Guadalquivirregion vom Meere bespült war; letzteres erstreckte sich auch über Italien, Algier, Tunis, Marokko, welche zur Triaszeit vorwiegend den Lagunen- und Kontinentaltypus hatten. Diese westliche Partie des Mittelmeeres reichte über die Balearen in das

untere Rhonegebiet und war östlich des französischen Zentralplateaus mit dem Pariser Becken in freier Verbindung, so daß also ein dritter Hauptweg zum atlantischen Becken offen stand. Im allgemeinen haben aber trotzdem die Ablagerungen des Mediterranbeckens gewisse Merkmale, welche von jenen der atlantischen Randgebiete abweichen. Während noch in Südwestfrankreich und Teilen von Nordspanien ästuarine Lokalbildungen an Verhältnisse in Nordengland erinnern, während im mittleren Portugal pflanzenführende Sandsteine und Konglomerate die marinen Juraablagerungen beschließen und so beweisen, daß am Rande der Meseta dieselbe Hebungsphase eintrat wie in Mitteleuropa, bilden im Mediterranbereich fast allgemein marine Schichten des obersten Jura („Tithonstufe“ mit Terebratula diphya, Perisphinctes transitorius, Simoceras etc.) den Übergang in die Kreideformation und greifen mitunter über die älteren Schichten weit hinweg (vgl. S. 86), so daß hier sogar eine sinkende Bewegung mancher Küstenstriche den Hebungen im atlantischen Europa gegenübersteht. In der Fauna dieser Juragebiete ragen die Ammonitengattungen Phylloceras und Lytoceras durch größere Häufigkeit hervor; von Sedimenten sind sehr verbreitet die meist als Tiefseebildungen betrachteten Radiolarienschiefer und Kieselkalke, welche zwar Aptychen (dreieckige Hartteile von Ammoniten) enthalten, aber oft nicht die Ammonitengehäuse, die wahrscheinlich in leerem Zustande weiter drifteten, bis sie sanken oder strandeten.

Juraablagerungen in den Alpen und anschließenden Kettengebirgen.

Die geschilderten Typen von Sedimenten sind in den Alpen besonders verbreitet, doch erschöpfen sie lange nicht die Mannigfaltigkeit, welche in bezug auf Ablagerungsformen herrscht und sich oft auf engem Raume drängt. Es möge

z. B. bemerkt sein, daß in den Westalpen schon zur Jurazeit manche kristallinische Gebirgsmassen inselartig aufragten (so finden sich belemnitenführende Liaskonglomerate mit großen archaischen Geröllen am Südrande der Freiburger Alpen), daß Zerstörungsprodukte der Trias im Briançonnais und in der Hornfluhzone (Freiburger Alpen, Chablais) einen bedeutenden Anteil an der Sedimentbildung nehmen und damit zeigen, daß bedeutende Reliefunterschiede die Einheitlichkeit der Ablagerungen störten. Vielleicht verhielt sich die alpine Meereszone zur mitteleuropäischen in bezug auf Tiefenkontraste ähnlich wie z. B. das heutige Ägäische Meer zur Nordsee[1]).

In den Ostalpen lagerten sich zur Jurazeit nicht nur innerhalb der beiden Kalkzonen Meeressedimente vorwiegend kalkiger Natur ab, sondern auch die Zentralzone weist vereinzelte, der nachträglichen Denudation entgangene Ablagerungsreste auf.

Von großem Interesse sind die kohlenführenden Grestenerschichten des Lias am *Nordrande* des Gebirges, in welchen man den Einfluß der benachbarten böhmischen Insularmasse erblicken darf.

Die alpine Ablagerungsprovinz reicht einerseits durch das dinarische Gebirgssystem, wo u. a. auch Radiolariengesteine verbreitet sind, nach Griechenland, andererseits durch die Karpathen, wo sie hart an die polnischen Ausläufer der nördlichen Provinz herantritt, in den Balkan und nach Klein-

[1]) Eine sehr große Anzahl von Geologen betrachtet das mosaikartige, bunte Ineinandergreifen der verschiedenen Ablagerungsformen alpiner mesozoischer Sedimente in erster Linie als die Folgeerscheinung ungeheurer Faltenüberschiebungen, welche zur Tertiärzeit weithin — zum Teil über die Zentralzone hinweg — nach Art von Sturzwellen gegen das nördliche Vorland gedrungen seien. Die nachträgliche Erosionszerstückung dieser deckenähnlich ausgebreiteten Falten habe das gegenwärtige Bild geschaffen. Auch für den Bauplan anderer Kettengebirge der Mittelmeerzone werden analoge Deutungen gegeben. Für eine Besprechung der Theorie fehlt der Raum, um so mehr als eine Detailschilderung von Einzelheiten der Schichtausbildung und Gebirgsanlage hier ausgeschlossen ist.

asien. Eine größere insulare Gebirgsmasse, welche zum Teil mit der heutigen Rhodope zusammenfällt, schiebt sich zwischen das karpathische und dinarische Jurameer ein, ihr Einfluß macht sich fühlbar durch das Auftreten kohlenführender Grestenerschichten (Fünfkirchen, Banat, Serbien) und durch das Fehlen älterer Jurabildungen zwischen den Malm- oder Kreidekalken und dem kristallinischen Grundgebirge vieler Teile der Ostkarpathen.

Die reichen Juraablagerungen des mittleren Kleinasiens, der Krim und des Kaukasus, deren ammonitenführende Schichtreihen mit denen Europas unschwer in Parallele zu stellen sind, zeigen die speziell mediterranen Merkmale, besonders durch das Vorkommen bestimmter Phylloceras- und Lytocerastypen sowie durch das Auftreten von Tithonschichten; sie bilden weitere Posten auf dem Wege zum Indischen und Pacifischen Ozean. Vor Besprechung des Verlaufes dieser Wasserverbindung ist es jedoch empfehlenswert, einen Blick auf die nördlicheren Gebiete zu werfen.

Das asiatische Festland und die russisch-arktische Transgression.

Zur Liaszeit reichte ein großes, im Süden vom damaligen Mittelmeer begrenztes Festland vom Pacifischen Ozean bis Europa, wo ihm besonders Skandinavien, Rußland, Polen und die böhmische Masse angehörten. Die Landvegetation war nach den erhaltenen Resten hauptsächlich durch Farne (Asplenium etc.) und Cycadeen (Zamites, Pterophyllum) charakterisiert und hatte, wie die meist nahe der damaligen Litoralzone erhaltenen Reste zeigen, einen ziemlich gleichförmigen Charakter. Die Floren von Schonen, vom nördlichen Alpenrande, Südrußland (Donetzgebiet), Krim, Kaukasus gehören hierher; aber auch am Osthange des Urals, an den Hängen der Tianschanketten, vor allem aber im Angaratafelland (Ostsibirien), in den Amurprovinzen und anderen Teilen

von Ostasien (Nordchina) sind Pflanzenbildungen dieser Epoche verbreitet und stellen für viele dieser Gebiete eine bescheidene Kohlenformation dar.

Mit dem Steigen des europäischen Wasserspiegels zur Doggerzeit trat eine bedeutende Änderung der Landkonfiguration ein; das Meer drang nicht nur von Westen her tiefer ein (vgl. S. 82), sondern breitete sich auch nördlich vom Kaukasus über die weiten Flächen von Zentral- und Nordrußland bis in die arktischen Regionen aus. Auf diese Weise wurde Skandinavien samt Finnland als Insel von der asiatischen Kontinentalmasse isoliert. Die Fauna des russischen Meeresarms enthält anfangs noch viele Leitformen des normalen Juratypus; erst als im Westen die Schlußphase der Jurazeit mit ihren Trockenlegungen einsetzt, überwiegt infolge der zunehmenden Isolierung der fremdartige Charakter: Zeit der Wolgastufe. Besonders bezeichnend sind für die russische Provinz die Ammonitengattungen Cadoceras, Virgatites (letztere aber auch noch im Kaukasus) und die massenhaft verbreiteten, konzentrisch gerippten Muscheln der Gattung Aucella, welche in Mitteleuropa nur sporadisch auftauchen. Die Erscheinung, daß der russische Jura von gleichalterigen Ablagerungen der Mittelmeerländer besonders stark abweicht, obwohl doch in dieser Richtung Austauschmöglichkeiten bestanden (Kaukasus, Zentralasien), führte als erster M. Neumayr auf klimatische Unterschiede zurück. — Der russische oder boreale Faunentypus herrscht im ganzen periarktischen Gebiete.

Auf Spitzbergen und Franz Josefs-Land, in den flachen nordwestlichen Teilen von Sibirien[1]) sind die Aucellenschichten mit ihrer besonderen Ammonitenfauna verbreitet; Ausläufer

[1]) Funde von marinem Lias im Lenadelta (Schichten mit Amaltheus margaritatus) und auf Prinz Patrick-Land, Arktischer Archipel, zeigen, daß auch zwischen der Trias- und Oberjurazeit das Meer aus diesen Regionen nicht verschwunden war.

reichen an den pacifischen Küsten von Asien und Amerika weit in gemäßigte Breiten herab, sie finden sich aber auch im nördlichen Atlantischen Ozean. Auf den Lofoten, im östlichen Grönland (Umgebung von Kap Sabine) und sogar im nördlichen England (Yorkshire) hat der obere Jura nicht die normale europäische Ausbildung, sondern führt die Virgatiten, Aucellen usw. der Wolgastufe — der Zusammenhang zwischen dem nordwestlichen Europa und dem nordöstlichen Amerika, welcher während der paläozoischen Formationen bestand, war also damals sicher schon durchbrochen.

Die Verbindung des Mittelmeeres mit dem Pacifischen Ozean.

Der jurassischen Meereszone, welche sich aus dem alpin-karpathischen Gebiete über Kleinasien und den Kaukasus nach Innerasien fortsetzte, gehörte auch der größte Teil der nördlichen Gebirgsumwallung Indiens an. Im tibetanischen Grenzgebiet des zentralen Himalaja (Chitichun) wurden kürzlich rote Ammonitenkalke des Lias entdeckt, welche mit jenen der Ostalpen völlig übereinstimmen; seit langem bekannt sind die an Ammoniten (Perisphinctes etc.) reichen oberjurassischen Spitischiefer, deren weite Verbreitung nun auch in der Umgebung von Lassa festgestellt wurde. Weitere Meeresspuren kennt man aus Yünnan und endlich von der pacifischen Region, wo z. B. Liasschichten mit europäischen Leitformen im westlichen Borneo und in Japan (Arietitenfunde) besonders zu nennen sind. Am auffallendsten sprechen für die freie Meeresverbindung quer durch Asien die zahlreichen Stellen im Ostindischen Archipel (Roti, Buru, Taliabu usw.), wo verschiedene Horizonte der ganzen Formation in der Beschaffenheit ihrer Fossilien den typischen Lokalitäten Mitteleuropas oft fast vollkommen gleichen, aber in manchen Lagen auch die bezeichnenden Formen der oberen Spitischiefer (Phylloceras strigile, Spiticeras etc.) enthalten.

Ein großer Teil des heutigen Archipels gehörte also dem Meeresboden an, auch Aptychenkalke nach Art der alpinen lagerten sich ab. In der Fortsetzung des Bogens der Sundainseln wurden auf Neuguinea und Neukaledonien jurassische Fossilien (u. a. Ammoniten und Belemniten) gefunden; Neuseeland hat solche zusammen mit Farnen und Koniferen geliefert; es war hier eine Litoralzone vorhanden, vielleicht als ein Teil der pacifischen Begrenzung des australischen Kontinents.

Die Umgebung des Indischen Ozeans.

Südlich vom Indischen Archipel reichte das Meer auch über die heutigen Küsten von Westaustralien etwas landeinwärts: Stephanoceras und andere Ammoniten an der Championbai; es drang in den Süden ein (Belemniten am Lake Eyre), man darf also Australien wohl schon als einen rings vom Ozean umgebenen Kontinent der Jurazeit betrachten.

Der westliche Teil des Indischen Ozeans ist für diese Periode gleichfalls schon nachweisbar und stand mit dem Mittelmeer über Belutschistan, Syrien (Hermon) in Verbindung. Die prachtvollen Ammonitenfaunen von Kutsch mit vielen aus Europa bekannten Arten kamen am westlichen Rande der damaligen indischen (bzw. indo-madagassischen) Insel zur Ablagerung; auf afrikanischem Boden griff die See über große Teile von Somaliland, Abessinien nachweisbar hinweg und überschwemmte auch die Litoralzone von Deutsch-Ostafrika (Pangani).

In diesen Randteilen des Indischen Ozeans transgrediert der mittlere und obere Jura auf das Grundgebirge, hingegen eröffnet im westlichen Madagaskar bereits der Lias (mit Pflanzen und Meeresfossilien) die Reihe der Ablagerungen; die Straße von Mozambique ist also schon in frühmesozoischer Zeit vorhanden.

Jura in Amerika.

Nordamerika. Außerhalb des arktischen Gebietes beschränkt sich der marine Jura gänzlich auf den westlichen Kordillerengürtel[1]). Auf der Halbinsel Alaska, im Quellgebiete des Yukon, auf den Queen Charlotte-Inseln sind diese Ablagerungen sehr verbreitet und umfassen — wenigstens stellenweise — den Lias (mit Lytoceras); besonders bezeichnend ist aber die Häufigkeit von Aucellen im oberen Jura, also ein Merkmal der arktischen Juraprovinz, deren Faunen sich im pacifischen Gebiet weit nach Süden ausstreuten. In Kalifornien und im westlichen Teile des Wüstenbeckens erstreckte sich das Meer weit gegen das Innere, es erreichte — aber erst zur oberen Jurazeit — die Blackhills von Dakota. Im Süden war jedenfalls der größte Teil des Sierrengebietes von Mexiko unter Wasser, und die Faunen (Lias bis Oberjura) zeigen einerseits große Übereinstimmung mit Süd- und Mitteleuropa (z. B. Arietiten im Lias, Aspidoceras, Perisphincten im Oberjura), was auf eine Verbindung quer über das mittelatlantische Meeresbecken hinweist, andererseits enthalten sie die nordischen Aucellen und Virgatiten. Sie zeigen somit, daß Kommunikationsfreiheit auf die Verbreitung der jurassischen Leitfossilien doch größeren Einfluß hatte als klimatische Faktoren.

Südamerika bietet bezüglich der Verteilung von Land und Meer ähnliche Grundzüge dar. Die atlantische Abdachung erweist sich als Kern des Kontinents, während die heute zu hohen Kordilleren aufgebaute pacifische Seite in langer Erstreckung von den Meeresablagerungen der Jurazeit durchzogen wird. Die Hochländer von Peru, Bolivien, Chile und der andine Teil von Westargentinien enthalten

---

[1]) Im westlichen Präriengebiet und in vielen Teilen der Rocky Mountains ist diese Formation nur durch Kontinentalablagerungen vertreten, welche lokal riesige Reptilien, u. a. die Dinosauriergattung Atlantosaurus, enthalten.

sämtliche Abteilungen der Formation, und zwar zum Teil mit vielen europäischen Leitfossilien. Eine Trennung der mitteleuropäischen und mediterranen Faunenelemente ließ sich nicht durchführen; ein Beweis dafür, daß diese Unterschiede in Europa auf mehr lokalen Einflüssen, vielleicht z. T. auf Beschaffenheit des Meeresbodens beruhen. Sogar Ausläufer der borealen Provinz (Virgatiten) treten auf, vielleicht war ihr auffällig weites Vordringen im pacifischen Gebiet durch bestimmte Meeresströmungen begünstigt (Ähnliches scheint auch in der Trias der Fall zu sein). — Die nord- und die südamerikanische Kontinentalmasse waren durch die Verbindung zwischen Pacifischem und Atlantischem Ozean damals getrennt, der Beweis liegt in den Faunenbeziehungen. Andererseits dürften aber im südlichen Teil des Atlantischen Ozeans noch Landflächen aus früherer Zeit bestanden haben, da die in Südamerika vorkommenden europäischen Typen mancher Küstenmuscheln (Arten von Pecten, Trigonia etc.) kaum den offenen Ozean passiert haben dürften.

Interessant sind die Hunderte von Metern mächtigen Porphyritkonglomerate, welche in den chilenisch-argentinischen Anden zwischen 32—39° S. im oberen Jura auftreten, aber von der Westküste nach Osten an Mächtigkeit und Größe des Materials rasch abnehmen, so daß man die Existenz von jurassischem Land im benachbarten Teil des Pacifischen Ozeans annehmen muß. — Eine auffällige Erscheinung ist die große Häufigkeit und Mächtigkeit von Eruptiv- und Intrusivgesteinen in Jurabildungen der pacifischen Abdachung von fast ganz Amerika. In Europa hat man nur beschränkte Vorkommnisse von vulkanischen Gesteinen im Jura mancher Teile des Mediterrangebietes. Eine Zeit des Stillstandes gebirgbildender Bewegung war das Mesozoicum nicht, wie vielfach angenommen wurde, nur war der Schauplatz nicht immer der gleiche

und vielleicht hängen die großen Transgressionen der Jura-Kreidemeere in den verschiedensten Breiten der Alten Welt mit gewaltigen Krustenbewegungen im Gebiet des heutigen Pacifischen Ozeans zusammen.

8. Kreide.

Die Kreideformation zerfällt in zwei Hauptabschnitte, deren unterer sich in seinen geographischen Merkmalen noch als Anhang zur Juraformation darstellt, während der obere durch eine sehr selbständige und große Verbreitung mariner Sedimente ausgezeichnet ist.

a) Untere Kreide.

1. Unter-Neocom. 2. Ober-Neocom. 3. Gault.

Europa.

Die gegen Ende der Jurazeit über weite Gebiete von Mittel- und Westeuropa verfolgbare Rückzugbewegung des Meeres dauerte im unteren Neocom noch an und vereinigte zahlreiche frühere Inselgebiete zu einer langgezogenen, von Portugal über Frankreich, Mitteldeutschland nach Russisch-Polen verlaufenden Festlandzone, welcher im Norden auch der größte Teil von Großbritannien angegliedert war. Flache Depressionen, zum Teil mit Brack- und Süßwasserseen bedeckt, bezeichneten viele der großen Gebiete, welche zur Jurazeit als Hauptverbindungsstrecken zwischen den nord- und südeuropäischen Jurameeren fungiert hatten.

Wealdenprovinz. In Südengland und im nördlichen Teile des Pariser Beckens sind die nicht marinen, als „Wealden" (Wälderton[1])) bezeichneten Bildungen der untersten

[1]) Von Fossilien sind besonders erwähnenswert Süßwassermollusken (Unio, Lymnaeus, Paludina), Pflanzen (Pterophyllum, Abietites, Pecopteris), deren Bestände lokal zur Bildung von Kohlenflözen führten; ferner landbewohnende Reptilien, unter welchen besonders die Dinosauriergattung Iguanodon durch ihre Größe Berühmtheit erlangt hat.

Kreide besonders entwickelt; ihre östliche Fortsetzung reicht über Belgien nach Nordwestdeutschland (Südhannover, Braunschweig usw.). Über dem süddeutschen Juragebiet fehlen derartige Ablagerungen; die Landerhebungen von Polen dürften also mit den Gebirgen am Rhein und zeitweilig auch mit dem französischen Zentralplateau ununterbrochen zusammengehangen haben. Auch zwischen Zentralplateau und der spanischen Meseta war die Meeresverbindung verschwunden und „Wealden“ bildete sich sowohl in Nordspanien als auch an der portugiesischen Abdachung (hier mit den ältesten zweikeimblätterigen Laubpflanzen).

Erst im oberen Neocom öffneten sich wieder die alten Meeresstraßen beiderseits des französischen Zentralplateaus und sämtliche Teile der großen Wealdenprovinz wurden wieder überflutet.

In der norddeutschen Wealdenregion fand aber das Sinken unter den Meeresspiegel noch zur Unterneocomzeit statt; es lagerten sich hier die Hilsschichten ab, welche besonders durch das Vorkommen von Aucellen und russischen Ammonitentypen der Gattung Olcostephanus (Untergattung Simbirskites, Polyptychites) als Ausläufer einer in nördlichen Regionen herrschenden Faunenprovinz zu erkennen sind. Noch auffälliger tritt dies in Yorkshire (Speeton) hervor, welches bereits ganz nördlich des Wealdengürtels liegt und eine ununterbrochene Reihe jurassisch-cretacischer Meeresschichten zeigt. Erst im obersten Neocom und Gault führte das allgemeine Steigen des Wasserspiegels durch Mehrung der Verbindungswege einen Ausgleich der europäischen marinen Faunen herbei.

Mediterrangebiet. Im Bereiche der Kettengebirge, welche das Mittelmeerbecken begleiten, schließt sich die untere Kreide in ihrer Verbreitung so eng an den Jura an, daß eine Aufzählung der Vorkommnisse sich fast ganz als Wiederholung

darstellen würde. Sehr bezeichnend für diese südliche Zone von Meeresbildungen, welche sich aus Südspanien und Nordafrika über die Apenninen, Alpen, Karpathen und die Balkanhalbinsel zur Krim und in den Kaukasus verfolgen läßt, ist die Häufigkeit von mergeligen und kalkigen Schichten, die ebenso wie die Juraablagerungen der gleichen Gebiete häufig als Bildungen tieferen Wassers und größerer Küstenferne anzusprechen sind. Aptychen (z. B. A. Didayi) sind in manchen Schichten geradezu Leitfossilien; unter den Ammoniten sind die Gattungen Phylloceras, Lytoceras, Desmoceras, Holcodiscus sehr verbreitet. Unter den Bildungen geringer Meerestiefen sind besonders bezeichnend die Kalkmassen der sogenannten „Urgonfacies", welche besonders aus eigenartigen Muscheln der Chamiden- und Rudistenfamilie bestehen (Requienia, Radiolites etc.) und oft mit Riffkorallen vergesellschaftet sind. Diese im Rhonegebiet, im Juragebirge sowie in den Hochalpen der Schweiz und in den Karstländern (dinarisches Gebirge) von Österreich-Ungarn sehr verbreitete Entwicklung erreichte auch den Atlantischen Ozean in Portugal und Nordspanien, hingegen drang sie nicht in das Pariser Becken und nach Nordeuropa ein, obwohl der Weg offen stand; klimatische Einflüsse dürften h i e r eine Hauptrolle spielen.

Stellenweise entstanden als südliche Uferbildungen mitteleuropäischer Landmassen mächtige fossilarme Sandsteine und Schiefer (Flyschfacies der Unterkreide), welche besonders in den nördlichen Zonen der Alpen und Karpathen herrschen. — Inseln ragten selbstverständlich auch aus dem mediterranen Kreidemeer allenthalben auf; ihre Lage weist viele Ähnlichkeit mit jenen der Jurazeit auf.

Gegen Ende der unteren Kreide fanden in diesen Regionen vielfach bedeutende Küstenverschiebungen statt; klastische Sandsteine des Gault sind weit verbreitet, es ereigneten sich sogar

bedeutende Gebirgsbewegungen, durch welche z. B. große Strecken in den Ostalpen und Karpathen vor Ablagerung der oberen Kreide trockengelegt und gefaltet wurden.

Rußland und arktische Gebiete. Östlich der skandinavisch-finnischen Landmasse, welche als die größte Europas das englisch-norddeutsche Meer begrenzte, reichte aus dem arktischen Ocean ein breiter, flacher Meeresarm wie zur Jurazeit über Petschoraland ins Wolgagebiet und lagerte die Serie von Schichten ab, deren Aucellen und Olcostephanusformen zum Teil auch in den Hils- und Speetonschichten vorkommen. Möglicherweise bestand, wenn auch mit Unterbrechungen (vgl. die Wealdenbildungen), ein Verbindungsweg südlich von Skandinavien, also über Ostdeutschland; wenigstens legen die Verhältnisse in der Jura- und der späteren Kreidezeit diese Vermutung nahe. Im Süden verbreiteten sich einzelne nordrussische Typen auch in das bereits zur Mittelmeerprovinz gehörige Gebiet von Mangischlak und in die Krim. Als sich nach dem unteren Neocom das Meer aus dem Petschoraland zurückzog und dadurch die Verbindung mit den arktischen Gebieten abgeschnitten wurde, herrschte in Rußland die normale mitteleuropäische Fauna der Aptstufe mit Hoplites Deshayesi und des Gault mit Hoplites interruptus, welche wohl auf dem angedeuteten Wege einwanderte. Bereits in der nächstfolgenden Formationsabteilung standen fast die ganzen südrussischen Ebenen unter Wasser: der Hauptbereich der Meeresbedeckung verschob sich in den Süden.

Verbindung der europäischen Meeresgebiete mit dem Pacifischen und Indischen Ozean.

Es wurde schon erwähnt, daß in der Krim, an beiden Kaukasusabdachungen und in den aus der östlichen kaspischen Niederung aufsteigenden Hügeln die Mittelmeerkreide — mit

vereinzelten Ausläufern der russischen Entwicklung — vertreten ist. Auch an der pontischen Seite Kleinasiens hat das Meer seine Ablagerungen hinterlassen, zum Teil in Form von echten Urgonkalken. Die zahlreichen in Iran und Bochara verstreuten Fundpunkte von Neocom und Gault, die Belemnitenschichten von Guetta in Belutschistan (mit den mediterranen B. latus und dilatatus) folgen in ihrer Verteilung ganz dem Beispiel der Jura-, zum Teil auch der Triasschichten.

Über die Saltrange, wo der europäische Olcostephanus Astierianus vorkommt, über die mesozoischen Ketten des Himalaja und Zentraltibet ging die Verbindung ununterbrochen in die ostasiatischen Inselmeere, wo z. B. auf den Molukken und in Neuguinea die gleiche Übergangsfauna zwischen Jura und Kreide (mit Phylloceras strigile, Spiticeras etc.) bekannt ist, wie in Spiti, mit ihr also frei kommunizierte.

Im östlichen Australien (Queensland und Neu-Südwales) sind Ammonitenschichten bekannt, welche wohl dem oberen Neocom und Gault entsprechen; hingegen ist aus Westaustralien, wo Jura in so weiter Ausdehnung vorkommt, nichts von Kreide bekannt. Trotzdem muß man wohl annehmen, daß der östliche Teil des Indischen Ozeans auch damals weiter existierte, besonders da bei Madras Uferbildungen (mit Trigonien) erscheinen.

Breite Randzonen hat der westliche Teil des Indischen Ozeans an der afrikanischen Küste von der Kapkolonie angefangen (Uitenhagefauna mit Trigonia ventricosa, Olcostephanus sp. etc.) bis über die portugiesischen Kolonien, Deutsch-Ostafrika und Somaliland hinterlassen; dasselbe gilt von der Westküste Madagaskars und von der Halbinsel Kutch. Die breite Verbindung mit dem Mittelmeergebiet im Norden gestattete einen sehr erheblichen Faunenaustausch, und so

treffen wir z. B. in Madagaskar eine Sedimentreihe, deren wichtigste Leitfossilien (Olcostephanus Astierianus, Belemnites, dilatatus im Neocom, Acanthoceras mamillare im Gault) schon aus Europa bekannt sind.

Das arktische Gebiet und Nordamerika.

Im Umkreis des Nördlichen Eismeeres schließen sich die Aucellenschichten des Neocoms vollkommen an den Jura an, sind meist in den gleichen Fundgebieten (besonders Nordasien, Spitzbergen usw.) bekannt und reichen einerseits in die atlantische Region (Ostgrönland, Nordengland), andererseits in den Pacifischen Ozean. Besonders weit südlich erstreckte sich diese Faunenregion auf der Westseite von Nordamerika, wo die neocomen Aucellenschichten (mit A. crassicollis) nicht nur auf Alaska, sondern auch auf den Queen Charlotte-Inseln, in den Küstenketten von Britisch-Kolumbien und Kalifornien vorkommen; ihr Verbreitungsgebiet dringt buchtartig in das Quellgebiet des Athabasca- und Peace River (also über die Kordillerenzone) ein und erscheint hier verknüpft mit den Pflanzenschichten der „Kootanieformation".

In Mexiko ist marine untere Kreide gut bekannt, sie zeigt infolge der freien Verbindung zwischen den beiden großen Ozeanen Beziehung sowohl zu Kalifornien als auch zu Europa. In Texas drang ein Golf des Atlantischen Ozeans ein, er gewann allmählich an Terrain, aber erst zur oberen Kreidezeit wurden die nördlicheren Prärien überflutet.

Wo in letzteren und in den Rocky Mountains altcretacische Ablagerungen auftreten, sind sie Land- oder Süßwasserbildungen, zu vergleichen den Kootanieschichten des Nordens oder der Potomacgruppe auf der atlantischen Abdachung, welche als Seitenstück zum europäischen Wealden von Carolina bis Maryland zu verfolgen ist und sogar an der grönländischen Westküste (Kome) noch eine Fortsetzung findet.

Südamerika.

Während auf den Antillen erst die obere Kreide über dem Grundgebirge mit Sicherheit bekannt ist, zieht sich in den Anden, von Venezuela angefangen durch Bolivien, Westargentinien usw. bis zur Magellanstraße eine förmliche Kette mariner Neocom- und Gaultschichten, welche in auffälliger Weise dem europäischen, besonders dem mediterranen Typus entsprechen. Hingegen fehlt die untere Kreide in mariner Ausbildung der übrigen Kontinentalmasse, nur an der Küste von Brasilien finden sich mitunter Schichten, welche an das Potomac von Nordamerika erinnern; das südatlantische Meer hat also weder hier noch auf der afrikanischen Seite Spuren seiner Anwesenheit hinterlassen; erst gegen Ende der unteren Kreide erreicht es die Ränder der heutigen Kontinentaltafeln (Acanthoceras mamillare in Angola).

b) Obere Kreide.

1. Cenoman. 2. Turon. 3. Senon. 4. Danien.

Die obere Kreide zeichnete sich in zahlreichen Teilen der heutigen Kontinentalregionen durch eine bedeutende Ausdehnung mariner Überflutungen aus („Cenomantransgression"), welcher aber gegen Ende der Formation, im Danien eine der auffallendsten Rückzugsbewegungen folgt. (Besonders zu besprechen.)

Nord- und mitteleuropäische Kreideentwicklung.

In England beginnt die obere Abteilung der Formation in engem Anschlusse an den Gault mit glaukonitischen Sanden des Cenoman, welche nach oben in graue Mergel und schließlich in die bekannte feuersteinführende Schreibkreide des Turon und Senon (foraminiferenreiche Bildungen mit vielen Seeigeln und Belemnitellen) übergehen. Das Verbreitungs-

gebiet geht im Westen und Norden weit über jenes der unteren Kreideschichten hinaus, auch Nordirland wurde vom Meere bespült. — In ganz ähnlicher Ausbildung erscheint diese Schichtgruppe im Pariser Becken, sie zieht über Belgien und Westfalen in das Ostseegebiet, wo sie fast die ganze Fläche südlich der alten skandinavisch-finnischen Erhebungsregion bedeckte. Auch Schonen in Südschweden und ganz Dänemark gehörte noch dem nördlichen Randteile dieses breiten Meeresarmes an, welcher über Mecklenburg und Polen nach Süd- und Mittelrußland reichte, von wo er sich ununterbrochen in den Westen von Zentralasien fortsetzte. Die Bodenschwelle, welche sich während der älteren Kreidezeit, von den rheinischen Gebirgen angefangen, im Norden der alpin-karpathisch-balkanischen Zone ausdehnte, wurde zum Teil schon im Gault und Cenoman, zum Teil im Senon an vielen Stellen überflutet. Für die Gleichartigkeit der Ablagerungsbedingungen in dieser weiten Erstreckung möge der Umstand angeführt werden, daß die Schreibkreide mit **Belemnitella mucronata, Terebratula carnea etc.** im südöstlichen Rußland nicht anders entwickelt ist als in den klassischen Gebieten beiderseits des englischen Kanals. An den Rändern der früher erwähnten Bodenschwelle, z. B. in Westfalen und am Harzrand, bestehen die Sedimente vorwiegend aus Quadersandsteinen in Wechsellagerung mit grauen, meist etwas sandigen Mergeln („Pläner“), sind also mehr klastischer Natur als der englisch-baltisch-russische Typus. Besonders dort, wo das Kreidemeer sich über die alten Erhebungen des böhmischen Massivs (Sachsen, Regensburg, Nordböhmen) und über Sudetengebiete von Schlesien, Mähren ausbreitete, spielt das sandige Zerstörungsmaterial des Grundgebirges eine hervorragende Rolle — vgl. die Quadersandsteingebirge der böhmisch-sächsischen Schweiz und der Weckelsdorfer Gegend —. Häufig sind die cenomanen Basisschichten pflanzenführend

(mit Magnolien, Aralien, Ficus), während im Turon Inoceramusschichten überwiegen; das Senon ist oft nachträglich weggewaschen.

Obere Kreide in der Umrandung des heutigen Mittelmeeres.

Durch die Vermehrung der Wasserverbindungen wurden naturgemäß die Grenzen zwischen den nördlichen und südlichen Ablagerungsprovinzen teilweise verwischt (vgl. auch Oberneocom), aber trotzdem hat die Mediterrangegend im großen ihre selbständigen Merkmale[1]). Eigentümlich ist vor allem die weite Verbreitung der Flyschfacies (mächtige Sandsteine, Mergel und hydraulische Kalke mit Fucoiden, Kriechspuren, Wellenmarken, einzelnen Inoceramusschalen) in der Grenzzone gegen mitteleuropäische Kontinentalfragmente, z. B. böhmische Masse, aber auch in der Umrandung von Inseln im Mediterrangebiete selbst (z. B. in Süditalien, Ostungarn). — Besonders charakteristisch ist aber die Häufigkeit von Rudistenschichten (mit Caprinen, Radioliten, Hippuriten), welche aus der Umrandung der spanischen Meseta über Südfrankreich und die Ostalpen („Gosauformation") in die Karpathen, die Balkanhalbinsel und nach Kleinasien reichen. Zu einer besonderen Entfaltung gelangte diese Facies als Rudistenkalk im Karst und in manchen Teilen der Südalpen, sie beherrscht auch den breiten Nordsaum der afrikanischen Kontinentalplatte, wo sie sich von den Atlasländern angefangen über Ägypten, Syrien und Arabien in den Indischen Ozean (Sokotra) erstreckt, meist weit über die Grenzen der früheren Meere hinweggreifend. Im westlichen Mittelmeere müssen übrigens ziemlich bedeutende Landaufragungen bestanden haben, denn die Austernfauna der afrikanischen Kreide findet sich auch noch in Spanien, Portugal

[1]) Unter den Ammoniten sind in der ganzen Provinz weit verbreitet die Kreideceratiten (mit reduzierten Loben).

und Süditalien (Schichten mit Exogyra africana und olisiponensis).

Fortsetzung der europäischen Kreide in das indo-pacifische Gebiet.

Es wurde schon bemerkt, daß aus Südrußland das Kreidemeer sich weit nach Asien erstreckte; es drang auf der Ostseite des Urals bis über 60° N. und lagerte in den Steppen von Bochara (Samarkand und Ferghana) Austernbänke ab, aber der Kern von Innerasien war Land. Ungemein verbreitet sind hingegen die Schichten dieser Formation in der Verlängerung des alpin-karpathischen Gürtels: so im nördlichen und südlichen Kleinasien (Rudistenkalke meist vorherrschend), auf beiden Seiten des Kaukasus und in den iranischen Gebirgen, von wo die Fortsetzung wohl in den von den älteren mesozoischen Meeren vorgezeichneten Bahnen weiterging: die Cenomanschichten von Hazara im Westhimalaja, die reiche Oberkreide von Zentraltibet (Cenoman — Senon) bezeichnen wichtige Bindeglieder mit den Vorkommnissen, welche bereits in indo-pacifischen Meeren liegen, wie z. B. die rudisten- und nerineenführenden Schichten von Martapoera (Westborneo) und die Fundstellen von Kreideceratiten auf Buru (Molukken).

Indischer Ozean.

Ähnlich wie schon während der Jura- und Neocomzeit, aber in weit größerer Ausdehnung, reichte zwischen dem indischen und dem afrikanischen Festland die Fauna des Mittelmeers weit nach Süden (z. B. Rudistenkalke in Sokotra und Deutsch-Ostafrika, Kalke mit algerischen Seeigeln in Arabien und am Narbada), es bestand keinerlei Abgrenzung gegen den westlichen Indischen Ozean. Auffallend ist aber, daß im südlichen und östlichen Teile des letzteren: in Natal, Westmadagaskar und Ostindien (Trichinopoly, Bengalen) ein

wesentlich anderer Habitus herrscht. Die Rudisten und Seeigel der Mittelmeerprovinz treten zurück und auch unter den Ammoniten vermißt man bis jetzt die bezeichnendsten Kreideceratiten (z. B. Tissotia) der Mediterranprovinz, obwohl zahlreiche andere Leitammoniten der europäisch-nordafrikanischen Kreide sehr häufig sind; auch in bezug auf die Muschel- und Schneckenfauna hat die südindisch-madagassische Provinz viele selbständige Züge.

Obere Kreide im Umkreis des Pacifischen Ozeans.

Die oberen Kreideschichten in den pacifischen Randgebieten lassen sich mit denen Mitteleuropas und des indo-madagassischen Gebietes unschwer in Parallele bringen, besonders zahlreiche Ammonitentypen teilen sie mit letzterem. An der asiatisch-pacifischen Küste mögen die transgredierenden Kreidebildungen von Nordjapan (Yesso) und Sachalin genannt sein, an der amerikanischen Seite die reichen Fundstellen von Vancouver und Kalifornien westlich der Sierra Nevada (Chicoschichten); aber auch in den Küstenkordilleren von Peru, Chile (transgredierendes Senon auf der Quiriquinainsel) ist die Formationsabteilung — nirgends weit von der heutigen Küstenregion entfernt — vorhanden. Die Scheidung zwischen atlantischem und pacifischem Gebiet war damals schon scharf und nur an wenigen Stellen bestanden Verbindungsstraßen.

Die atlantische Kreide Nordamerikas.

Während das Meer der unteren Kreide erst in einem verhältnismäßig späten Zeitabschnitt aus dem Mexikanischen Golf nach Texas eindrang, wobei die nördlicheren atlantischen Küsten nur Süßwasserbildungen aufzuweisen haben, greift die obere Kreide über ungeheure Flächen hinweg. Sie bedeckt die atlantische Küstenzone bis New Jersey im Norden, vorwiegend in Form von Grünsanden mit einer der mittel-

europäischen sehr ähnlichen Fauna; sie dringt als tiefer Golf in die westlichen Prärien, die Rocky Mountains, das Gebiet des Coloradoplateaus ein und reicht in Britisch-Kolumbien bis in die Quellregion des Mackenzieflusses. Zuerst griff die marine Transgression nur in die südlicheren Prärien ein (Texas bis Kansas), während weiter nördlich das Cenoman noch durch die pflanzenführenden Dakotasandsteine mit zahlreichen Magnolien und Araliaceen vertreten ist, erst im Turon-Senon war der Hochstand erreicht. Der Wasserspiegel war bedeutenden Schwankungen unterworfen, pflanzenreiche Bildungen schalten sich besonders in der Nähe der Rocky Mountains ein und stellen die wichtigste Kohlenformation der westlichen Regionen in den Vereinigten Staaten, zum Teil auch in der kanadischen Nordwestprovinz dar.

Die Wüstenregionen von Nevada und die große kalifornische Sierra waren eine Landschranke, welche sich im Süden zur Sierra Madre von Zentralamerika, im Norden nach West-Britisch-Kolumbien fortsetzte; in beiden Gebieten vielleicht zeitweise unterbrochen und eine beschränkte Verbindung mit dem Pacifischen Ozean gestattend. — Gegen Ende der Formation verschwand die Flachsee ganz aus den amerikanischen Prärien, die Süßwasserschichten der Laramiestufe (mit Kohlen, Süßwasserconchylien, gewaltigen Landreptilien des Dinosaurierstammes: Triceratops und viele andere) bilden vom unteren Mackenzie bis Mexiko das jüngste Glied. Eine mächtige Depressionszone trennte also noch immer den nordöstlichen Kontinentalblock Nordamerikas von den westlichen Kordilleren, welche ihm wie eine ungeheure Girlande vorlagen.

Das zentral- und südatlantische Becken.

In Mexiko bestand noch zur Neocomzeit freie Verbindung mit dem Pacifischen Ozean; später hingegen scheidet sich infolge von Hebungserscheinungen entlang der Achse der Sierra

Madre das atlantische Ablagerungsgebiet (Fortsetzung der Prärienkreide) deutlich ab und die Zahl der gemeinsamen Arten beider Abdachungen: Kalifornien einerseits, Mexiko und Texas andererseits beschränkt sich auf ein Minimum. Um so größer ist die Ähnlichkeit der mexikanisch-texanischen Kreide mit der europäischen Mediterranregion; die Rudistenkalke spielen eine hervorragende Rolle; Nerineen-, Austernformen, welche von südeuropäischen oft kaum zu unterscheiden sind, bilden wichtige Bestandteile der Fauna. Ganz mediterranes Gepräge haben auch die Rudistenkalke der Antillen und die Schichten der nördlichen Anden von Südamerika. Hier — entsprechend dem Streichen der heutigen Gebirge — drangen Charakterformen des damaligen Mittelmeeres sogar weit in pacifisches Gebiet, die heute geltenden Faunengrenzen weit überschreitend: in Peru finden sich Kreideceratiten und nordafrikanische Austern. Die gemeinsamen Merkmale dieser Litoralformen beiderseits des Atlantischen Ozeans lassen vermuten, daß Landbrücken bestanden, vielleicht in der Verbindungsstrecke zwischen dem Atlas und den gegen ihn zielenden Faltenzügen von Venezuela; aber eine geschlossene Barriere ist undenkbar, denn im südlichen Atlantik weist die nord- und mittelbrasilische Küste einerseits, die zentralafrikanische (Kamerun, Angola) andererseits Kreideablagerungen mit vielen Fossiltypen des mittelatlantischen Beckens auf. — Interessant sind die erst in den letzten Jahren genauer erforschten Oberkreideschichten Patagoniens, welche sich am Fuße der zum Teil bereits damals vorhandenen südlichen Anden ausdehnten und weit über die Unterkreide hinweggriffen. Pflanzenführende Sandsteine, welche wahrscheinlich auch in den Kontinentalablagerungen Boliviens und Südbrasiliens vertreten sind, leiteten die Transgression ein — die Analogie mit den Verhältnissen der nordamerikanischen Prärien ist auffallend.

Schlußbemerkung.

Die obere Kreide läßt in ihrer Verbreitung die Beziehungen zu den heutigen Meeresbecken weit klarer hervortreten als die älteren Formationen, wenn sie auch durch ihre großen Transgressionen besonders im atlantischen und indischen Becken ein fremdartiges geographisches Bild liefert. Im arktischen Gebiet scheint eine gleichzeitige Schrumpfung (Regression) des Meeres eingetreten zu sein, da im Gegensatz zur ungeheuren Verbreitung jurassisch-neocomer Aucellenschichten die Ablagerungen der oberen Kreide an den dortigen Küsten fast allgemein zu fehlen scheinen. — Auf das Bestehen klimatischer Unterschiede während der Kreidezeit weist vor allem der Umstand hin, daß nicht nur in der Alten, sondern auch in der Neuen Welt die Rudisten- und Korallenriffe nicht in die kaltgemäßigten Zonen reichen, obwohl die Konfiguration der Küstenlinie kein Hindernis für die Verbreitung bilden würde.

Känozoisches Zeitalter.

9. Tertiärformation.

I. Alttertiär (Eocän und Oligocän) in Europa und der alten Mittelmeerregion.

Vorbemerkungen über die cretacisch-eocänen Grenzbildungen.

Der Schlußabschnitt der Kreideformation (Danienhorizont mit Nautilus danicus), welcher durch das Verschwinden der Ammoniten und sonstige Veränderungen der Molluskenfauna schon bedeutende Anklänge an die tertiäre Formationsgruppe zeigt, läßt in Europa allenthalben eine bedeutende Einschränkung der Wasserbedeckung erkennen. Eine Meeresbucht drang noch in das Pariser Becken und über Mons (Belgien) auch in das Ostseegebiet ein; aber der Zusammenhang mit Südrußland, wo der gleiche Horizont auftritt, ist nicht mehr nachweisbar.

Sicher abgeschlossen gegen Osten war die südwestfranzösische Bucht, da sich im oberen Garonnegebiet Brack- und Süßwasserschichten einstellen, welche auch in den östlicher gelegenen Teilen Südfrankreichs den Übergang in die tertiäre Formationsreihe bilden. Eine ganz ähnliche Stellung nimmt in den österreichischen Küstenländern die vorwaltend brackische liburnische Stufe (Kohlenhorizont von Carpano) ein, während die Hauptmasse von Europa überhaupt verlandet war und keine Ablagerungen aus dieser Zeit erkennen läßt. Das Mittelmeer war im Verhältnis zur vorhergegangenen Zeit bedeutend eingeschrumpft, wenn auch das marine Danien in Nordafrika, in Teilen von Südspanien und der Südalpen (obere „Scaglia") verbreitet ist und sich durch Vorderasien nach Belutschistan und Sind (Cardita Beaumonti-Schichten) erstreckt haben muß. — Auch in Amerika weist nur ein schmaler atlantischer Saum marine Bildungen dieser Zeit auf, während die früheren Meeresgebiete der westlichen Prärien von den gewaltigen Seen und Flußniederungen der Laramieformation (mit Dinosaurierresten, Pflanzen, Kohlen) eingenommen wurden.

Diese Beispiele genügen, um zu zeigen, daß zur damaligen Zeit, ebenso wie schon früher (im Rotliegenden), die flachen Randzonen der Ozeane vorübergehend auf einen besonders geringen Betrag beschränkt wurden, um bald darauf wieder weit über die Kontinentalflächen zu greifen.

a) Eocän der Alten Welt.

Nord- und Osteuropa.

Durch den Rückzug der obercretacischen Transgression, welcher mit dem Beginne einer lebhafteren Störungsperiode in Europa zusammenfällt, kommt die mitteleuropäische Festlandzone als Scheide zwischen den nördlichen, gewissermaßen

die Vorläufer der Nord- und Ostsee bildenden Meeren und dem Mediterrangebiet scharf zum Ausdrucke. — Den ersteren gehörte das Londoner und das Pariser Becken an, welche sich besonders während des Beginnes der Eocänzeit als Randgebiete zu erkennen geben, in welchen litorale Sand- und Tonablagerungen mitunter abgelöst werden durch Land- und Süßwasserbildungen (älteste Säugetierfaunen des europäischen Tertiär mit Phenocodus, Neoplagiaulax). Die reichste marine Tierwelt umschließt der Pariser Grobkalk (Mitteleocän mit Cerithium giganteum, einzelnen Nummuliten usw.), dessen Äquivalente auch in England durch viele übereinstimmende Fossilien zu erkennen sind. — Belgien gehörte noch dem gleichen Ablagerungsgebiete an, aber weiter östlich hören die Spuren auf und finden sich erst wieder im südlichen Rußland (Dnjepr-, unteres Wolgagebiet), von wo das Alttertiär, den Ural im Süden und Osten umfassend, gegen das Eismeer zu verfolgen ist. Ausgeschlossen ist trotz der fehlenden Anzeichen keineswegs, daß eine Verbindung mit dem englisch-französischen Becken auch südlich des skandinavischen Festlandes in Teilen des gegenwärtig stark durch Diluvium verdeckten Flachlandes bestand; jedenfalls würde sich das Vorkommen sehr bezeichnender Arten des Pariser Grobkalks in Südrußland dadurch ungezwungen erklären.

Mediterrangebiet.

Der südwestfranzösische Golf (vgl. auch den einleitenden Abschnitt), welcher vom Atlantischen Ozean hereinreichte, hat bereits die Fauna der Nummuliten- und Alveolinenkalke der südlichen, mediterranen Meereszone; dasselbe gilt von den gleichzeitigen Bildungen in den Randzonen der Pyrenäen und in Nordspanien. Spuren von Gebirgsbewegungen, welche sich nach Ablagerung der oberen Kreide ereigneten, sind außerordentlich verbreitet, und im südlichen

Spanien (z. B. Malaga, nördliche Vorberge der Sierra Nevada usw.) liegen häufig mitteleocäne Nummulitenkalke und -konglomerate diskordant auf verschiedenen Schichtgruppen, welche zusammen mit der Kreideformation oder vor ihr aufgerichtet wurden. Dieselben Erscheinungen findet man im Apennin, in den Alpen- und Karpathenländern, wo die Nummulitenschichten zwar in ausgedehnter Weise am Aufbaue der Falten teilnehmen, aber schon Gerölle verschiedener älterer Gesteine einschließen. Eine große Rolle spielt das litoral entwickelte Eocän in den alpin-karpathischen Flyschzonen, welche das mitteleuropäische Festland im Süden begleiten.

Die Fortsetzung des Eocänmeeres geht über das Balkangebiet und die Krim; sehr verbreitet sind fossilreiche Nummulitenschichten in Kleinasien, besonders an der pontischen Küste, wo sie oft von mächtigen Eruptivmassen begleitet werden. Über die Flyschregion eines Teiles von Armenien reicht die Verbreitungszone nach Zentralasien, wo z. B. in Ferghana die siebenbürgische Gryphaa Esterhazyi auftritt.

Ein *südlicher* Ast desselben Eocänmeeres mit Ablagerungen von Nummulitenkalk und Flysch läßt sich von der gegen Italien gewendeten Alpenabdachung[1]) (die zentraleren Teile des Gebirges lagen großenteils trocken) durch die österreichischen Karstländer und Griechenland nach Südkleinasien, Südpersien, Belutschistan verfolgen und bedeckte auch das Gebiet der Induskettten (Sind). Das Meer drang über Rawalpindi-Leh in das Hinterland der Himalajaketten (Nummulitenkalke südlich von Lassa); es lagerte aber auch im Gebiet der südlichen Ketten Flyschbildungen ab und reichte im Sinne des Streichens der jetzigen Faltengebirge,

[1]) Hierher gehört die Umgebung von Vicenza, wo marine Ablagerungen mit prachtvoll erhaltenen Mollusken (zum Teil solche des Pariser Grobkalks), Nummuliten und Alveolinen von Süßwasserablagerungen, Basaltlaven und Tuffen begleitet werden; berühmt sind die in Tuffen begrabenen Bestände der Palme Sabal major.

also auf der alten Straße der mesozoischen Meere, über das Irawaddygebiet in den Sundaarchipel (Java, Halmahera, Neuguinea, Südborneo), es berührte sogar das alte Festland der Philippinen, wo aber auch kohlenführende Schichten (Labuan) zum Absatz gelangten. Auf diese Weise kann es nicht verwundern, daß wir noch weiter im pacifischen Gebiet, auf Neukaledonien und Neuseeland, die Spuren der mediterranen Meeresfauna beobachten.

Eocän Afrikas und des indo-madagassischen Gebietes.

Die südlichen Randzonen des Mittelmeeres überfluteten weithin das heutige Atlasgebiet und die flachen Tafelländer von Nordafrika, wo sie sich häufig fast untrennbar an jene der Kreideformation anschließen, sie erreichten sogar Sokoto und den Senegal (bei St. Louis)[1]). Über die Libysche Wüste, Syrien und Palästina zieht sich die Verbreitung der mächtigen Nummulitenkalkmassen durch Arabien, welches mit Ausnahme einer Erhebungszone in Jemen wohl größtenteils von Wasser bedeckt war. In weiter Fläche, vom Roten Meere und von Somaliland bis zur Halbinsel Kutch in Indien öffnete sich also das Mittelmeer zum westlichen Indischen Ozean; die Nummulitenschichten erscheinen hier noch südlich des Äquators in Sofala an der afrikanischen Küste und in der Sedimentärzone des westlichen Madagaskar — ein auffallender Kontrast zum seltenen Auftreten gleichzeitiger mariner Randbildungen im südatlantischen und pacifischen Gebiete.

b) Oligocän der Alten Welt.

Im Pariser und Londoner Becken zog sich das Meer nach der Eocänzeit zurück; in ersterem Gebiete wurden da-

[1]) Eine Bucht des Atlantischen Ozean bestand ähnlich wie zur Kreidezeit in Kamerun.

mals die Gipse des Montmartre gebildet, in welchen man die Reste einer auch durch das übrige Europa verbreiteten Säugetierfauna (mit Palaeotherium) findet; erst im höheren Oligocän stellten sich wieder marine Lagen ein, welche auch in England erscheinen. In Belgien dauerte hingegen die Meeresbedeckung an und in Norddeutschland rückte die Uferlinie des Meeres sogar weit landeinwärts vor. Zwischen den deutschen Mittelgebirgen und dem Abfall der skandinavischen Erhebung erstreckte sich das marine Oligocän ununterbrochen in das Dnjepr-, das mittlere und untere Wolgagebiet, die aralokaspische Niederung und über die westsibirischen Ebenen (Obgebiet) zum Eismeer, allenthalben über die Grenzen des Eocän bedeutend hinausgreifend. Besonders groß war die Überflutung im mittleren Oligocän (Schichten mit Natica crassatina, Cytherea incrassata), denn damals drang sie von Norden her zwischen den Mittelgebirgen in das Mainzer Becken und von hier durch die elsässische Rheinebene, um mit dem „Molasse"-Meer des Alpenvorlandes in Verbindung zu treten. Erst im Oberoligocän erfolgte eine bedeutende Einschränkung der marinen Zone, an Stelle der genannten Meeresstraße traten Ketten von Brack- und Süßwasserseen (Cyrenen- und Cerithium margaritaceum-Schichten).

Bemerkungen über die mitteleuropäische Festlandzone.

Die Einflußsphäre der Oligocäntransgression erstreckte sich nicht über ganz Europa, sondern es fanden auch Gebirgserhebungen statt; so wurden z. B. die Pyrenäengebiete trockengelegt. In Zentralfrankreich[1]) erstreckten sich Ketten von Süßwasserseen durch die Loire-Alliersenke in das Zentralplateau und näherten sich den großen südlichen Becken, in

[1]) Am atlantischen Litorale bringt aber marines Oligocän bei Rennes, Bordeaux, Biarritz in das Land ein.

denen brackische Cerithienschichten und Gips (z. B. Aix) bereits die Nachbarschaft der südlichen Meereszone verraten. Auf den Karstflächen der Cevennen, im Schweizerischen und Schwäbischen Jura lagerten sich Terra rossa-ähnliche Landbildungen mit Bohnerzen (lokal auch Phosphoriten) ab, deren Fauna mit jener der Pariser Gipse stimmt.

Die oligocäne Mittelmeerzone.

Schon am atlantischen Saume bei Biarritz zeigt das Oligocän einen von der nördlichen Entwicklung abweichenden Typus; es besteht aus sandig-tonigen Schichten mit zahlreichen kleinen Nummuliten (Num. Fichteli), welche für diese Formationsabteilung im Mittelmeergebiet besonders bezeichnend sind. Die zur Eocänzeit noch vorhandene Kommunikation über Nordspanien war aber durch die großen Pyrenäenbewegungen schon unterbrochen, hingegen bestand jene im Süden des spanischen Plateaulandes fort: über Andalusien, ebenso aber auch über die Atlasgegenden lagerten sich die unter- bis mitteloligocänen Flyschbildungen mit ihren kleinen Nummuliten ab; sie erstreckten sich über die Balearen, die Apenninenhalbinsel, häufig inselartige Aufragungen mit Strandkonglomeraten umrandend. Mit den Alpen beginnt auch für diese Zeit eine — jedenfalls durch manche Kommunikationen überbrückte — Spaltung einer nördlicheren und südlicheren Mediterranzone.

In den nördlichen Flyschzonen der Alpen nimmt das tiefere Oligocän noch Teil am Baue der langen Faltenzüge. Aber die jüngeren Bildungen dieses Formationsabschnittes beschränken sich fast allgemein auf das Vorland des Gebirges, sie bilden den unteren Teil der vorwiegend aus sandig-konglomeratischen Detritusbildungen bestehenden Molasse und beginnen mit dem Meereshorizont des Mainzer Beckens (untere marine Molasse), schließen aber

mit Süßwasserbildungen (untere Süßwassermolasse), über welche später die Transgression des miocänen Meeresarmes hinwegging. Das komplizierte Ineinandergreifen von Sedimentation und Gebirgsbildung in diesen Faltengebirgen erschwert die Übersicht natürlich sehr bedeutend. — Die weitere Fortsetzung der Meeres ging über die Karpathen, von deren nördlichem Vorland der Einfluß der norddeutschen Meereszone in das Flyschterrain hereinreichte. Eine große Verbreitung hatten die Ablagerungen auch im innerungarischen Gebiet, von wo aus sie bis in manche der östlichen Alpentäler (z. B. Save) hineinreichten, ohne die adriatische Wasserscheide zu überschreiten[1]). Über Nordbosnien (oligocäner Flysch und Meeresmolasse), Bulgarien und Thessalien (reiche Korallen- und Nummulitenfauna von Trikala) führen die Fundpunkte zur armenischen Abdachung des Kaukasus; eine kontinuierliche Landscheide gegenüber dem südrussischen Oligocän war wohl kaum vorhanden, ebensowenig wie am Karpathenrande gegenüber dem deutschen Oligocän.

In den südlichen Kettengebirgszügen, durch lange Reihen von Faltenachsen gegen den nördlichen Mediterranstreifen abgegrenzt, verlief der Oligocänbereich vom italienischen Alpenrand (Schichten von Priabona und Castel Gomberto im Vicentinischen Gebiet mit reichen Faunen von Riffkorallen) über die adriatischen Regionen — in Dalmatien jedoch großenteils durch kohlenführende Ablagerungen vertreten — nach Südkleinasien; er erstreckte sich ähnlich dem Eocän über Armenien und Persien (Teheran) nach Belutschistan und Sind, wo u. a. die normale mediterrane Foraminiferenfauna mit kleinen Nummuliten und Orbitoiden erscheint. Die mächtigen Bewegungen, welche auch den Himalaja in der älteren Tertiärzeit betrafen, hatten zwar die

[1]) Im mittelbosnischen Zwischengebiet bildeten sich Süßwasserablagerungen (Kohlenbecken von Zenica).

Verbreitung mariner Bildungen noch mehr als früher eingeschränkt, aber die südlichen Flyschzonen leiteten doch noch hinüber nach Hinterindien und sogar auf Südborneo läßt sich noch der mediterrane Einfluß in den jüngeren Nummulitenschichten erkennen. — Im übrigen aber verlor das Mittelmeer damals schon rasch an Boden, enorme Flächen des nordafrikanisch-arabisch-syrischen Tafellandes und der indomadagassischen Region lagen trocken: in Ägypten treten schon am Fayum Land- und Süßwasserbildungen mit riesigen, ganz eigenartigen Säugetieren, wie das gehörnte Arsinoetherium, Barytherium u. a., auf; vulkanische Ergüsse, welche später in großen Teilen der Wüstentafeln eine wichtige Rolle spielten, fanden schon damals statt.

Rückzugsphase im oberen Oligocän (Aquitanien im weiteren Sinne).

Es wurde schon angedeutet, daß die marinen oligocänen Schichten Europas häufig von Brack- und Süßwasserschichten überlagert werden. In ganz Europa herrschte damals eine Säugetierfauna, welche durch die Leitform Anthracotherium magnum ausgezeichnet ist. — Die bereits früher stark verschmälerte Meereszone am Nordrande der Alpen wurde unterbrochen, brackische Cyrenenschichten und untere Süßwassermolasse lagerten sich ab; auch im pannonischen Gebiet, in Kleinasien, Armenien zog sich das Meer zurück, — auf weite Strecken bezeichnen Kohlenbecken (z. B. Trifail in Österreich, Schyltal in Siebenbürgen) die noch verbleibenden Depressionen. Erst an der Wende zur Miocänzeit steigt der Wasserspiegel, erreicht aber nicht mehr die frühere Verbreitung.

Die oligo-miocänen Übergangsbildungen[1]) findet man an der Bordeauxküste, ferner bei Lissabon, also

[1]) Niveau der Melongena (ähnlich wie Pyrula) Lainei und der Lepidocyclinen (Foraminiferen) = aquitanische Schichten in engerem Sinne.

am atlantischen Litorale; vom Mittelmeere, welches auch damals durch die Guadalquivirstraße mit dem Ozean zusammenhing, reichte bei Marseille eine Bucht landeinwärts, aber in der weiteren Fortsetzung der subalpinen Ebene finden sich nur Süßwasserschichten dieser Zeit. Erst im bayerisch-österreichischen Alpenvorland erscheinen wiederum brackisch-marine Grenzbildungen (Schichten von Molt mit Cerith. margaritaceum, lignitarum), welche ebensowenig wie die beiläufig gleichalterigen Bildungen in Ungarn (Pectunculussandstein von Ofen) und Krain (Melongenaschichten und Strandkalke mit Lepidocyclinen) auf dem Wege über das westalpine Alpenvorland mit dem Mittelmeer in Verbindung zu bringen sind. Es müssen andere Verbindungsmöglichkeiten bestanden haben; am nächsten liegt es, eine solche im Orient anzunehmen, wo die Melongenafauna (Davas in Karien) gleichfalls auftritt. Vgl. S. 116 über das Auftreten von marinem Miocän am Hellespont.

II. Jungtertiär (Miocän und Pliocän) der Alten Welt.

Miocäne Meeresbildungen.

Die atlantische Küstenzone von Europa weist nur relativ wenige in das Land einschneidende Buchten auf; die nördlichste derselben reicht über Belgien (Sande von Antwerpen mit zahlreichen Delphin- und Walskeletten) ins nördliche Deutschland bis Mecklenburg; Mitteldeutschland war Bestandteil der Kontinentalregion, welche sich aus Nord- und Osteuropa ununterbrochen nach Spanien erstreckte und Großbritannien wohl mit umfaßte, da beiderseits des Ärmelkanals seit dem Oligocän alle marinen Spuren verschwunden sind. An der französischen Westküste griff hingegen das Meer bedeutend weiter ein als heute, seine Strandbildungen reichen bis auf

das alte Gebirge. (Miocän von Bordeaux und der Touraine; mit Einschaltung von Säugetiere und Pflanzen führenden Schichten.) Auch an der portugiesischen Küstenebene finden sich marine Miocänablagerungen, weiter südlich tritt das Meer durch die breite Andalusische Ebene von Cadix-Alicante[1]) und durch das nordwestliche Afrika in das Mediterrangebiet ein, wo es fast allgemein — wenn man vom ägäischen und dalmatinischen Gebiet absieht — über seinen heutigen Bereich hinausgreift. In sehr kompliziertem Verlauf umgürtete das Meer die bereits in großen Zügen vorhandenen Kettengebirgszonen; es reichte vom unteren Rhonetale durch das ganze — im oberen Oligocän stellenweise zu einem Seengebiet umgestaltete — Alpenvorland ohne Unterbrechung in die subkarpathische Ebene, drang mit einer tiefen Bucht in das östliche Böhmen (bis Wildenschwert) ein und breitete sich im Osten über Rumänien, die Umgebung des Asowschen Meeres usw. bis in die Niederung am Aralsee aus. In diesem langen Flachseegürtel fanden naturgemäß wiederholt Unterbrechungen des offenen Zusammenhanges mit dem Ozean statt, es kam zeitweilig zur Bildung von Gips- und Salzlagern (z. B. galizisch-rumänische Salzformation). Im östlichen Teile, von Varna angefangen über die Krim und bis in das aralokaspische Gebiet, herrscht schon vor dem „sarmatischen" oberen Miocän die eigenartige, auf Wasser von anormalem Salzgehalt hinweisende Fauna der *Spaniodon*schichten.

Quer über die Gesteinszüge der Faltenzone hinweg kommunizierte der äußere Miocänstreifen in der alpinkarpathischen Grenzregion bei Wien mit dem sogenannten Wiener Becken und der weiten pannonischen Meeresregion, welche den Ostfuß der Alpen sowie den Innenrand der Karpathen bespülte und in einzelne Längstäler (Drau, Save) tief ein-

[1]) Im mittleren Spanien (z. B. Ebrotal) war das Miocän durch fluviatile Kontinentalbildungen und salzablagernde Lagunen ausgezeichnet.

drang; über Nordbosnien, Serbien und Bulgarien (Plevna, Varna) vereinigte sie sich mit dem äußeren Gürtel. Die Vorgänge in beiden Zonen liefen im großen parallel, Salz- und Gipsablagerungen fanden auch im pannonischen Gebiete statt.

Schwierig ist die Entscheidung der Frage, ob im Orient eine Verbindung mit dem Mittelmeer bestand oder ob bloß die Verbindungsstraße im Alpenvorlande den Faunenaustausch ermöglichte. Bekanntlich gilt das Gebiet des heutigen Ägäischen Meeres ziemlich allgemein für die Miocänzeit als Festland, da gemeinsame Landsäugetiere und Süßwasserschnecken wenigstens für den jüngeren Abschnitt dieser Zeit eine Brücke zwischen Vorderasien und Griechenland bilden. Es schließt das aber nicht aus, daß im älteren Miocän (Unter- und Mittel-) eine Meeresverbindung bestand, welche ja auch für die oberaquitanische Zeit durch die Verhältnisse gefordert wird. Vor einigen Jahren ist am Hellespont marines Miocän mit Beziehungen zu ägyptischen Bildungen bekannt geworden. Es könnte dann nicht auffallen, daß im pannonischen Gebiet und im österreichischen Alpenvorland Faunenkomplexe vorkommen (z. B. im Tegel von Baden und Lapugy), welche dem schweizerischen Molasseland fremd sind.

Die südlichere Kette mariner Miocänbildungen zieht vom italienischen Alpen- und Apenninenrand über die albanische Küste (Dalmatien umgehend), die Jonischen Inseln, Kreta nach Südkleinasien, wo in Cilicien mächtige Tafeln miocäner Kalke seit langem bekannt sind. Weithin griffen diese Meeresbildungen in Nordsyrien, ferner in die Gebirgsländer Armeniens ein (Urmiagebiet usw.), ohne jedoch die Vorberge des Kaukasus zu erreichen; die letzten Spuren reichen nach Zentralpersien (Teheran). Möglicherweise folgte ein Gürtel dieser Bildungen auch dem Tigristal gegen den Persischen Golf — denn Kalke mit dem Seeigel Clypeaster finden sich noch bei Zokk; in den übrigen Randbergen von Mesopotamien sind allerdings über dem Nummulitenkalk nur gips- und salzführende Schichten bekannt, so daß ein freier Zusammenhang mit dem Indischen Ozean mindestens zweifelhaft ist. Die Miocänbuchten am Indus und in Burma, sowie die zahl-

reichen Meeresablagerungen dieser Zeit im Sundaarchipel zeigen selbständigen Faunencharakter, die Individualisierung hat also seit dem Oligocän bedeutende Fortschritte gemacht, was mit dem Zerfall der früheren großen Meeresverbindungen zusammenhängt. Am Südfuß des Himalaja besteht das Neogen nur aus Land- und Süßwasserablagerungen: der durch zahlreiche Säugetierreste berühmten Siwalikgruppe.

Rückzugsbewegung im oberen Miocän (Sarmatisch-Pontische Zeit).

Im oberen Miocän hörte für den nördlichen Ast des damaligen Mittelmeeres die Verbinduug mit dem Ozean auf, im westlichen Alpenvorland erscheinen nur Süßwasserablagerungen (obere Süßwassermolasse), weiter östlich hingegen: von den österreichisch-ungarischen Niederungen bis in das aralokaspische Gebiet entstanden die sarmatischen Cerithien- und Mactraschichten — eine Brackwasserentwicklung, in welcher nur noch spärliche Reste der früheren Mediterranfauna die Änderung der Lebensbedingungen überdauern. Am Schlusse des Miocän (Pontische Zeit) machte in diesen Regionen die Aussüßung noch weitere Fortschritte, es bestanden zahlreiche gewaltige Süßwasserseen mit einer vorwiegend durch Congerien und Melanopsiden charakterisierten Fauna. — Wie weitreichend diese Rückzugsbewegung war, zeigt die Erscheinung, daß auch in Armenien und Persien der miocäne Meeresarm zerfiel; geringerer Süßwasserzufluß als im westlichen Gebiet gestattete hier die Ausscheidung von Salz und Gips in den entstehenden Lagunen. Auch im westlichen Mittelmeer beobachtet man analoge Vorgänge; die andalusische Meeresstraße hörte auf zu existieren und in ihr lagerten sich brackische Cerithienschichten und Gipse ab; die Rhonebucht war in Süßwasserseen und Niederungen verwandelt. Auch von den Rändern des Apennin und aus Sizilien wich damals

das Meer zurück, Gipse (Schwefel- und Gipsformation) und Süßwasserschichten schließen hier an die früheren Meeresbildungen an.

Das Mittelmeer selbst war also am Ende der Miocänzeit auf ein dem heutigen vergleichbares, wahrscheinlich noch kleineres Areal beschränkt, seine Verbindung mit dem Atlantischen Ozean ging nach den vorhandenen Meeresspuren in der nördlichen algerischen Sahara wahrscheinlich über Nordafrika.

Marine Pliocänbildungen im Mittelmeergebiet und in Nordeuropa.

Die steigende Bewegung der pliocänen Strandlinie erreichte in Europa weitaus nicht jenes Maß wie die analogen Oszillationen früherer Zeitabschnitte; meist findet man die Meeresspuren der damaligen Zeit nur in Form von schmalen Randbildungen, wie z. B. an der französischen Riviera. Ein nennenswerter Golf des Atlantik war in der Guadalquivirebene vorhanden; an der Mittelmeerküste bildete das untere Rhonetal eine Bucht, welche zeitweilig bis Lyon reichte. Größere Bedeutung haben die Meeresbildungen der italienischen „Subapenninformation", welche in der weiteren Umgebung von Rom lokal etwas über 1000 m emporsteigt, also für ein beträchtliches Maß sehr junger Bodenaufwölbungen spricht. An der Ostküste von Italien sinkt hingegen die damalige Niveaufläche zum Adriaspiegel herab und an der dalmatinischen Küste sogar unter den letzteren (posttertiäre Senkung). Die Poebene bildete einen tiefen Golf der damaligen Adria, deren Achse also etwas westlicher lag als heute; erst bei Skutari schneidet sich ihr Ostufer mit dem heutigen und reicht über dieses noch etwas landeinwärts. — Vom östlichen Mittelmeer drang eine Bucht in das Orontestal (Syrien) und bis Palmyra ein, aber im heutigen ägäischen Meeresgebiet herrschen die auch in den unteren Donau-

ländern verbreiteten Süßwasserbildungen (Levantinische Paludinenschichten, vgl. S. 121), es war also hier ähnlich wie in der östlichen Adria das damalige Meeresgebiet kleiner als das heutige. — Hingegen sind übergreifende Pliocänstrandbildungen in den Küstenzonen der Atlasländer sehr verbreitet, sie finden sich weiter östlich auch im Niltal, und etwa in die gleiche Zeit fallen die ersten Spuren des in die afrikanisch-arabische Wüstenplatte eingebrochenen Roten Meeres, dessen Fauna aber von jener des Mediterrangebietes getrennt war und sich erst zu Beginn der Quartärzeit vorübergehend mit dieser mischte.

Im nördlichen Europa griff die atlantische Küstenlinie an mehreren Stellen des westlichen Frankreich über den heutigen Saum landeinwärts, bedeutendere Ausdehnung zeigen aber nur die marinen Bildungen in Belgien-Holland (reichten bis Schleswig) und im östlichen England — im letzteren Gebiet als sogenanntes „crag" (mit Terebratula grandis) unmittelbar auf die während der Miocänzeit trocken gelegenen Eocänbildungen übergreifend. Landverbindung mit dem Kontinent fand auch während dieses Zeitabschnittes statt, wobei die europäische pliocäne Säugetierfauna die britischen Inseln besiedelte (Mastodon arvernensis).

Bemerkungen über die neogenen Kontinentalablagerungen, Vulkane und Gebirge Europas.

In der norddeutschen Ebene und in vielen Teilen des mitteldeutschen Hügellandes bestanden nach der Oligocän-Transgression Süßwasserbecken und Sümpfe, in denen mächtige Braunkohlenflöze gebildet wurden (Brandenburg, Hessen, Rheinbucht bei Köln und Bonn), welche in bezug auf räumliche Ausdehnung und Bedeutung alle seit der Carbonformation in Europa entstandenen Ablagerungen von Brennstoff übertreffen. Es fanden auch gewaltige Eruptionen statt (Basalte

des Vogelgebirges, der Rhön), welche ihr Seitenstück in den vulkanischen Vorgängen des französischen Zentralplateaus finden. Im nördlichen Böhmen füllten sich die durch den Verwerfungsabbruch des Erzgebirges damals entstehenden Depressionen mit Süßwasserseen und Kohlenbildungen (der Beginn fällt schon in das obere Oligocän); Basalt- und Phonolithmassen drangen empor und bildeten große Vulkangruppen, sogar Teile des Erzgebirges und der Sudeten wurden von ihnen durchbrochen. Auch in den Küstenregionen des pannonischen Meer- bzw. Seengebietes fand sehr lebhafte vulkanische Tätigkeit statt (Innerkarpathischer Vulkankranz, Gleichenberger Basaltgebiet, Südsteirische Andesitzone), welche z. T. schon vor dem Tertiär begonnen hatte und sich bis zur Quartärzeit fortsetzte. Auch sonst finden wir ähnliche Erscheinungen in den verschiedensten Teilen des langen Gebirgsgürtels, welcher sich von da weiter durch Eurasien zieht.

Die mächtigen Erscheinungen der Gesteinsfaltung, welche schon während der älteren Tertiärzeit in der ganzen Region des ehemaligen großen Mittelmeeres weit auffälliger als im Mesozoicum sich bemerkbar machten und endlich den fast geschlossenen Kettengebirgsgürtel schufen, der vom südlichen Europa durch Hochasien zum Pacific zieht, dauerten während des Neogen mit lokal sehr verschiedener Intensität noch an. (In Südsteiermark nehmen z. B. noch pontische Süßwasserablagerungen an der Faltung teil.) Die Erscheinungen der letzten großen Gebirgsbewegungen, das Eingreifen zahlreicher Süßwasserseen in die Täler (vgl. die obersteirischen Lignitmulden) und die häufig noch gut verfolgbaren komplizierten Gestaltungen der damaligen Küstenlinien geben dem Studium der geographischen Züge des Neogen einen besonderen Reiz.

Entsprechend der großen Ausdehnung von Kontinentalablagerungen ist nicht nur der Reichtum an Floren, sondern auch jener an landbewohnenden Tieren sehr groß; besondere Auf-

merksamkeit verdienen die Säugetierfaunen, welche sowohl in den Binnen-, als auch in den Strandablagerungen häufig enthalten sind: dem Miocän verleiht besonders der Dickhäuter Mastodon augustidens (begleitet von Dinotherium, Rhinoceras, dem Raubtier Amphicyon usw.) sein Gepräge, welches in manchen Zügen an Indien gemahnt, während im mitteleuropäischen Pliocän besonders das pferdeähnliche Hipparion gracile, ferner das mit dem afrikanischen Okapi verwandte Helladotherium und Antilopen (daneben aber auch noch Dinotherien und Mastodonten) an die afrikanische Fauna erinnern; — der bedeutende Rückzug des trennenden Mittelmeeres an der Wende zwischen Miocän- und Pliocänzeit war jedenfalls von großer Bedeutung für die Einwanderung der letzteren Typen.

Bemerkungen über das Tertiär der Neuen Welt.

Marine Bildungen.

In Nordamerika ist neben der atlantischen Küste von New Jersey an nach Süden ein zusammenhängender Saum von marinen Tertiärschichten vorhanden, welcher im großen eine analoge Gliederung gestattet wie die Bildungen Europas, wenn auch naturgemäß die Zahl der übereinstimmenden Tierformen gering ist. Im südlichen Teil der jetzigen Mississippiebene bestand während des älteren Tertiär noch eine große Bucht (bis in die Nähe der Ohiomündung), deren Westseite entlang des Mexikanischen Golfs nach Zentralamerika verlief. Interessant ist das Auftreten der Nummuliten-, Orbitoiden- und Korallenfaunen von mediterranem Habitus in Florida, Ostmexiko, Zentralamerika und auf den Antillen; eine Verbindung mit der Westküste mit Südamerika muß bestanden haben, denn noch in Ecuador sind Nummulitenkalke bekannt[1]).

[1]) Auf das kalifornische Eocän erstreckt sich der atlantisch-mediterrane Fauneneinfluß nicht.

Im unteren Miocän waren Nord- und Südamerika gleichfalls selbständige Kontinente, denn Formen der Antillenfauna dieser Zeit sind auch auf der pacifischen Seite des Isthmus bekannt und sogar im südlichen Chile (Navidad) finden sich atlantische Typen, welche nicht nur mit solchen der patagonischen Meeresmolasse, sondern auch mit solchen des europäischen Miocän[1]) nahe verwandt sind.

Erst das Pliocän zeigt rein-pacifisches Gepräge, die Verbindung über den Isthmus war damals unterbrochen und damit die Vereinigung der beiden amerikanischen Kontinente vollzogen.

Kontinentalablagerungen.

Im Präriengebiete der westlichen Vereinigten Staaten wurden große Flächen des ehemaligen cretacischen Meeresbodens mit Süßwasserablagerungen, weit mehr aber mit Wind- und Flußablagerungen bedeckt; dieselben Bildungen füllten auch Depressionen (z. T. wohl abflußlose Gebiete) zwischen den Felsengebirgen, welche am Ende der Kreidezeit ihre letzte Hauptaufrichtung erfahren hatten. Der Reichtum an Säugetierresten verleiht diesen Schichten große Bedeutung, besonders da Faunenreihen vom tiefsten Eocän bis in jungtertiäre Schichten vorliegen. (Berühmt sind die eigenartigen Amblypoden, wie Dinoceras mirabile; die Anfangsglieder des Pferdestammes: Eohippus — Mesohippus — Pliohippus u. a.) In tiergeographischer Beziehung bildete Nordamerika eine besondere Faunenprovinz.

Auch in Südamerika liegen tertiäre Faunenreihen vor, deren älteste ebenso wie in Nordamerika unmittelbar den letzten cretacischen Dinosaurierschichten folgen. Besonders bezeichnend sind die Vorfahren der heutigen Edentaten (Faultiere, Gürteltiere usw.).

---

[1]) Z. B. aus den Gattungen Cassis, Conus, Dentalium, Ficula, Ancillaria.

Vulkanische Phänomene waren während der Tertiärzeit auf der pacifischen Seite des Kontinents in Nord- und Südamerika verbreitet; besonders erwähnt sein mögen die enormen Lavafelder am Columbiafluß (Oregon, Washington), die zahlreichen Tertiärvulkane der nordamerikanischen Wüsten, des Isthmus, der Anden.

Es ist natürlich unmöglich, die zahlreichen Tertiärbildungen, welche in verschiedenen anderen Teilen der Landoberfläche verbreitet sind, auch nur flüchtig zu erwähnen; die Verbreitung schmiegt sich in großen Zügen bereits den heutigen Grundzügen des Reliefs an. Besonderes Interesse beanspruchen die australischen Kontinentalablagerungen mit zahlreichen Beuteltiergattungen, welche für diesen Kontinent so bezeichnend sind, wie für Südamerika die Edentaten („Zahnarme"). Im südlichen Australien drang zur Tertiärzeit eine große Meeresbucht ein.

Tertiär der Polargebiete und klimatische Zustände.

In den arktischen Gegenden haben marine Tertiärbildungen im allgemeinen eine geringe Ausdehnung (ostgrönländische Küste, Spitzbergen), hingegen sind pflanzenführende Ablagerungen sehr verbreitet und in paläoklimatischer Beziehung von hohem Interesse. Man findet z. B. in Grönland noch unter 70° n. Br. Reste von Pappeln, Nadelbäumen (Sequoien, Taxodien u. a.); man hat ähnliche Florenreste in Spitzbergen, auf der Bäreninsel, und sogar auf Grinnelland erscheinen unter 82° n. Br. Pflanzen, die auf ziemlich gemäßigtes Klima hinweisen. Manche Arten des nordischen Tertiär sind identisch mit solchen des europäischen Neogen, doch ist es trotzdem wahrscheinlich, daß sie im Norden früher auftraten, da zur Neogenzeit das im Eocän noch tropische Klima Europas mehr und mehr einem gemäßigten wich, so daß wir auch für die arktischen Breiten eine entsprechende Abkühlung annehmen müssen.

10. Diluvium.

Die Fauna und Flora der Pliocänbildungen weisen bereits deutlich darauf hin, daß die klimatischen Verhältnisse damals von jenen der älteren Tertiärzeit abwichen. Die tropischen Pflanzenformen wurden z. B. aus Europa nach Süden gedrängt, die Flora näherte sich stark der noch heute in gleichen oder nur wenig niedrigeren Breiten lebenden, und auch in der marinen Tierwelt kommt der entsprechende Entwicklungsgang zum Ausdruck. Das nordische Pliocän (Englands z. B.) enthält nur mehr Formen der gemäßigten und sogar der borealen Zone; es läßt sich ferner wahrnehmen, daß letztere zunehmen, je weiter man in der betreffenden Schichtfolge nach aufwärts steigt.

Schließlich trat jene weitere Veränderung des Klimas ein, welche das charakteristische Merkmal der quartären Diluvialzeit (Eiszeit) bildet und besonders in der durch die tiefe Herabdrückung der Schneegrenze bedingten Gletscherausdehnung zum Ausdrucke kommt. Es ist selbstverständlich, daß zur Pliocänzeit ebenso wie heute Gletscher in zahlreichen durch die letzten Krustenbewegungen der Tertiärzeit geschaffenen oder vollendeten Hochgebirgen bestanden haben können, aber die weit größeren Phänomene der Eiszeit haben ihre Spuren verwischt. Die in vielen Ländern vorgenommenen Studien haben gezeigt, daß auch während der letzteren Epoche beträchtliche Klimaschwankungen stattfanden, daß Zeiten niedrigerer Temperatur (Glazialzeiten) wechselten mit solchen, in denen das Klima dem heutigen ähnlich, z. T. sogar etwas wärmer war (Interglazialzeiten)[1]), und daß die Gegenwart sich geologisch zum letzten großen Eiszeitstadium analog verhält wie eines der vorausgegangenen Interglazialstadien. Der Zusammenhang tritt besonders dadurch klar hervor, daß sehr

[1]) Die pontische Alpenrose behauptete sich damals noch in den Alpen.

zahlreiche Tier- und Pflanzenformen aus dem Diluvium in die Jetztzeit hereinreichen (auch der Mensch tritt schon in der älteren Diluvialzeit auf) und nur unter dem Einfluß der Klimaschwankungen wiederholte geographische Verschiebungen erfuhren. Allerdings sind im Laufe dieser Wandlungen manche und zwar besonders auffällige Arten, wie z. B. Mammut, verschiedene Rhinozerosarten, Riesenhirsch u. a., auch gänzlich verschwunden.

Die Haupt-Gletschergebiete der Eiszeit.

Der nördliche Teil Europas war während der Glazialzeiten von einer mächtigen Inlandeismasse bedeckt, welche ihr Zentrum in Skandinavien hatte und über das Gebiet der heutigen Ostsee hinweg nach Süden und Osten ausstrahlte. Die Endmoränenzone der von der Eismasse und ihren basalen Schuttanhäufungen bedeckten Region erstreckt sich vom nördlichen Ural angefangen in der Richtung: Perm — Nishnij Nowgorod — Don — Dnjepr — Karpathenrand — nördliches Randgebiet der böhmischen Masse — Harzfuß — Nordabfall des Rheinischen Schiefergebirges — Nymwegen; sie erreicht das östliche England, während die mittleren und nördlichen Gebirgsteile dieses Landes ein selbständiges Gletscherzentrum bildeten. Desgleichen trugen die Alpen Gletscher, deren bedeutendere sich bis in das Vorland erstreckten; auch in anderen Gebirgen Europas war die Schneegrenze entsprechend herabgedrückt, so daß lokale Gletscher z. B. in den Pyrenäen, Karpathen (Tatra), in Bosnien usw. bestanden.

Noch weit ausgedehnter war die Vereisung in Nordamerika, wo das laurentische Bergland und das auch heute noch von Inlandeis bedeckte Grönland das Zentralgebiet bildeten. Die Eismasse reichte, wie die Verbreitung der Grundmoränen und der Verlauf der alten Stirnwälle beweist, über die nördlichen Appalachen zum Ohiofluß, erreichte

St. Louis am Mississippi und erstreckte sich auf der rechten Seite des Missouri bis zum Rand der nördlichen Rocky Mountains, wo sie mit den aus diesen Gebirgen kommenden Eisströmen verschmolz. Naturgemäß war auch Alaska und der Arktische Archipel von großen Gletschermassen bedeckt.

Die Herabdrückung der Schneegrenze[1]) war ein allgemeiner Vorgang, so daß auch in den Hochgebirgen der Äquatorialgegenden (z. B. Kilimandscharo, Sierra di St. Marta in Venezuela) das Gletscherphänomen ausgedehnter war als jetzt. In der südlichen Hemisphäre stellen sich natürlich, je mehr man sich den heute noch vereisten antarktischen Breiten nähert, bedeutende Glazialphänomene (Patagonien, Neuseeland usw.) ein, aber ihre Flächenausdehnung ist infolge der geringeren Größe der südlicheren Kontinentalräume beschränkt. — Bekanntlich haben die Gletscher durch die Bewegung den Felsuntergrund geschrammt und abgeschliffen, sie vermochten sogar flache Vertiefungen auszuhobeln, so daß sie sehr charakteristische Formen erzeugten. Das frühere Erosionsrelief wurde stark umgeändert, mitunter ganz verwischt; die Schuttwälle, welche die Eismassen nach dem Abschmelzen zurückließen, dämmten die Wasserläufe häufig auf, so daß der Reichtum an Seen, Torfmooren und Sümpfen für die von eiszeitlichen Gletschern bedeckt gewesenen Gebiete äußerst bezeichnend ist.

Sonstige Kontinentalablagerungen.

In heutigen Wüsten und Halbwüsten äußerte sich die Abkühlung und größere Feuchtigkeit des eiszeitlichen Klimas

[1]) In den Alpen war die Schneegrenze zur Haupteiszeit um ca. 1300 m niedriger als heute, was einen Maßstab für die Bewertung der Erscheinungen abgibt. Es muß aber betont werden, daß sich in bezug auf das Ausmaß der klimatischen Veränderung sehr wesentliche Unterschiede zwischen verschiedenen Teilen der Erdoberfläche ergeben; im Himalaja z. B. ist der Größenabstand zwischen den Vergletscherungen der Eiszeit und jenen der Gegenwart bei weitem geringer als in den Alpen.

durch vermehrte Wasserzufuhr und Beschränkung der Verdunstung, es bestanden daher große Seen, deren *Uferterrassen* noch heute oft über dem Niveau der jetzigen Salzseen oder trockenen Terraindepressionen zu beobachten sind (z. B. in den Wüsten am Großen Salzsee in Nordamerika, ferner in Zentralasien usw.).

Die gewaltigen Schuttmassen, welche in Gletschergebieten zu Tal geschafft wurden, bewirkten sehr bedeutende *Schotter- und Sandablagerungen* (Terrassenschotter) an den Flußläufen außerhalb der Gletscherfront — während der Interglazial- und Postglazialzeiten auch innerhalb der vom Eise *verlassenen* Gebiete —. Großes Interesse besitzen die mächtigen, vorwiegend durch Windwirkung zusammengetragenen Lößablagerungen (kalkhaltige, gelblichgefärbte Lehme), welche in vielen Gegenden, so besonders in Mitteleuropa, weit verbreitet sind und außer Landschnecken (Helix, Pupa, Clausilia) Reste von Mammut, Rhinozeros, Höhlenbär usw., aber auch von jetzt noch in Steppengebieten lebenden Tieren: Ziesel, Lemming, Steppenmurmeltier enthalten. Die meisten dieser Lößbildungen stammen aus Zeiten des Gletscherrückzuges (in Mitteleuropa vorwiegend aus interglazialer Zeit), als trockenes Klima herrschte. Auch in Nordamerika und Asien finden sich ähnliche Lößbildungen in großer Ausdehnung.

Die Säugetierfaunen der Diluvialzeit waren über große Teile der nördlich gemäßigten Breiten sehr einheitlich; das Mammut z. B. war von Europa über Sibirien bis Alaska[1]) verbreitet, es bestand also Landzusammenhang; merkwürdigerweise ist es im östlichen Teile von Nordamerika durch einen anderen Dickhäuter ersetzt: Mastodon ohioticus. — Der Zusammenhang zwischen Nord- und Südamerika gestattete zur

[1]) Berühmt sind die in gefrorenen Anschwemmungen begrabenen Mammutkadaver in den neusibirischen Inseln, Nordsibirien und Alaska.

Pliocän- und Diluvialzeit die Verbreitung von manchen südamerikanischen „Edentaten"-Typen, wie Megatherium, und Gürteltieren, ferner auch von Vorläufern des Lama usw. bis in den südlichen Teil der Vereinigten Staaten. Wahrscheinlich wurden diese Tiergruppen zu Zeiten kühleren Klimas gegen den Äquator gedrängt („Polflucht") und breiteten sich von hier zu günstigeren Zeiten gegen beide Hemisphären aus. Das Pferd hat zur Diluvialzeit in Nord- und Südamerika gelebt, starb aber noch vor historischer Zeit aus.

Wie sich Südamerika durch die z. T. riesenhaften Vorläufer der heutigen Faul- und Gürteltiere, sowie der Lamas und Tapire als eine besondere tiergeographische Provinz darstellt, zeigt auch Australien, dieser durch lange Perioden isolierte Kontinent, seine besondere, lokalisierte Diluvialfauna, welche durch mannigfaltige Beuteltiere, so durch den Beutelwolf: Thylacoleo, verschiedene Pflanzenfresser (z. B. das riesige Diprotodon), durch Vorläufer des Schnabeltieres usw. charakterisiert ist. Ein dem heutigen Kiwi verwandter, flügelloser Riesenvogel, die Moa (Dinornis), ragte in Neuseeland als lebendiger Zeuge der Diluvialperiode bis in die historische Zeit hinein. Ein interessantes Beispiel für eine lokalisierte Diluvialfauna liefert auch das madagassische Gebiet mit seinen fossilen Riesen-Lemuren.

Bemerkungen über diluviale Meeresablagerungen.

Im baltischen Gebiet Europas drang schon vor der letzten Vereisung, also während interglazialer Zeit, das Meer stellenweise über seine heutigen Umrisse vor, die Haupttransgression erfolgte aber mit dem endgültigen Rückzug der Gletscher. Ablagerungen mit arktischen Muscheln (Yoldia arctica, Arca glacialis, etc.) breiteten sich über Teile von Süd- und Mittelschweden, Finnland und erreichten im Westen die Nordsee, im Osten über die großen nordrussischen Seen das Eismeer.

In manchen Teilen von Schweden liegen die Strandlinien dieses Meeres in über 250 m Höhe, an der norddeutschen Küste hingegen fallen sie annähernd in das heutige Meeresniveau. An der norwegischen Küste reichen die gehobenen Strandlinien bis ca. 160 m Seehöhe. Als Ursache der Erscheinung muß man eine postglaziale flache Emporwölbung Skandinavien annehmen, die übrigens nicht gleichmäßig erfolgte, da auch tiefere Terrassenstufen auftreten[1]), welche Pausen in der aufsteigenden Bewegung anzeigen. Die arktische Fauna wird in letzteren Bildungen mehr und mehr durch die heutigen Mollusken der angrenzenden Meere verdrängt.

Ähnliche Merkmale einer großen spät- und postdiluvialen Meeresausdehnung finden sich auch in Nordamerika, wo marine Ablagerungen im Arktischen Archipel mehrere hundert Meter, an der Hudsonsbai 400 m und darüber das heutige Niveau überhöhen, während sie weiter im Süden sich dem Meeresspiegel nähern. Über die Ursachen dieser nordischen Transgressionen sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, welche sie mit der Vereisung in ursächlichen Zusammenhang bringen; doch scheint es sich eher um unabhängige Krustenverbiegungen zu handeln, die z. B. in Skandinavien noch bis in die Jetztzeit hereinreichen. Auch in den Uferregionen des Mittelmeeres lassen sich junge Bewegungen ähnlicher Art wahrnehmen (z. B. gehobene Terrassen im westlichen Mittelmeer, untergetauchte Täler an der dalmatinischen Küste); doch wird es wohl noch lange dauern, bis diese wertvollen Anzeichen jüngster Bewegungen so systematisch untereinander verglichen sind, wie dies für die skandinavischen geschehen ist. Sehr verbreitet sind quartäre Meeresterrassen auch im Umkreise des Indischen Ozeans, während in großen Partien des

[1]) Vorübergehend wurde dabei durch Absperrung des Kattegatt die Ostsee in einen Süßwassersee verwandelt (Schichten mit Ancylus fluviatilis).

pacifischen Gebietes die zahlreichen Atolle, die ertränkten Flußtäler an der australischen Ostküste usw. das Vorherrschen entgegengesetzter Bewegungsrichtung anzeigen.

Schlußbemerkungen.

Die geologischen Veränderungen in der Konfiguration der Festländer und Kontinente haben nicht den Charakter plötzlicher sprunghafter Ereignisse, sondern den einer allmählichen Entwicklung, welche sich besonders deutlich zeigt, wenn man nicht die sehr unvollkommen rekonstruierbaren Grenzlinien, sondern die jeweiligen Hauptzentren der Erhebungen oder Depressionen der Erdkruste als Ausgangspunkte der Betrachtung wählt.

Paläozoische Zeit. In der nördlichen Hemisphäre heben sich während der ersten Abschnitte dieses Zeitalters zwei Hauptkontinentalkerne heraus, deren westlicher (nearktischer) beiläufig mit dem laurentischen und grönländischen Massiv zusammenfällt und mit seinen Rändern einerseits in die östlichen Vereinigten Staaten reicht, andererseits das nordwestliche Europa berührt. Der Kern des östlichen (paläarktischen) lag im nördlichen Teile von Hochasien, sein Bereich erstreckte sich gleichfalls bis Europa. Infolge der Krustenbewegungen der Devon- und Carbonzeit wurde allmählich ein großer Teil von Nord- und Nordwesteuropa dem nearktischen Kontinentalblock angegliedert; zwischen ihm und der paläarktischen Landmasse stellte die breite ostrussische Depression eine Verbindungsstraße von der Polarsee bis zu einem großen Mittelmeere dar. Letzteres grenzte in der Erstreckung zwischen dem mittelatlantischen Becken und dem Pacifischen Ozean den vielleicht zusammenhängenden Block der Südkontinente (Südamerika, Indo-Afrika, Australien, Antarktis) gegen die nördliche Festlandsgruppe ab.

In die mesozoische Zeit fällt die Herausbildung des gegenwärtigen Verteilungsprinzips der Ozeane und Kontinente. Die nearktische Landmasse zerfiel in einen nordamerikanischen und skandinavischen Block (vgl. Verteilung des Jura), von welchen letzterer zu Zeiten mariner Rückzugsbewegungen schon wiederholt durch trockene oder mit einzelnen Salzwasserlagunen bedeckte Tieflandgebiete mit der auf Kosten des Mittelmeeres sehr bedeutend angewachsenen asiatischen Kontinentalmasse zusammenhing. Im Gegensatz zur Konsolidierung der nördlichen Festländer wurden die südlichen mehr und mehr zerstückelt. Der breite Mozambique-Kanal und seine nördliche Fortsetzung trennte schon zur Liaszeit das indomadagassische Gebiet vom afrikanischen Block ab, desgleichen war der weit größere östliche Teil des Indischen Ozeans bereits vorhanden und griff im Jura zeitweilig auf den Rand des damals schon selbständig gewordenen australischen Kontinents über. Merkwürdigerweise zeigen die Uferregionen des südlichen Atlantik erst seit der mittleren Kreidezeit ähnliche Spuren; es ist sowohl deshalb, als auch aus Gründen floristischer und faunistischer Natur nicht unwahrscheinlich, daß dieser Teil des Ozeans erst verhältnismäßig spät den Zusammenhang zwischen Afrika und Südamerika vollständig unterbrach. — Angesichts der Entstehung neuer Meeresdepressionen im Gebiete früherer Kontinentalräume ist es auffallend, daß trotzdem auch in mesozoischer Zeit Transgressionen wiederholt bedeutende Teile der übrigen Kontinentalmassen überfluteten. Deformationen des Wasserspiegels durch Veränderung in der Rotationsgeschwindigkeit können die Erscheinung nicht erklären, denn wir sehen z. B. die große Transgression des Oberjura gleichzeitig in arktischen, gemäßigten und tropischen Breiten herrschend, während Veränderungen in der Rotationsgeschwindigkeit bald Ansteigen des Wassers in circumpolaren, bald in äquatorialen Breiten bewirkt haben müßten. Die

großen Meeresverschiebungen der paläozoischen Zeit lassen sich direkt oder indirekt auf Krustenbewegungen zurückführen, da die Entstehung von Faltengebirgen sowie von flachen Kontinentalwölbungen der Überflutung anderer Räume gegenübersteht (vgl. z. B. die Wechselbeziehung zwischen den Bewegungen im Kohlengürtel der Nordkontinente und den marinen Transgressionen im arktischen, sowie südmediterranen Gebiet). Etwas Ähnliches können wir bei den mesozoischen Bildungen meist nicht direkt konstatieren, denn auf den ersten Blick scheint dieses Zeitalter nicht durch besonders auffallende Bewegungen der Erdkruste ausgezeichnet zu sein. Nun wissen wir aber nicht, was z. B. in den weiten Räumen der pacifischen Hemisphäre vor sich ging. Gewaltige Eruptionen und Gesteinsfaltungen, welche in die mesozoische Zeit fallen, zeichnen große Gebiete des pacifischen Umrisses (so die ganze amerikanische Seite) aus; vielleicht bestanden damals große Kontinentalgebiete[1]) in Teilen dieses Ozeans, deren Veränderungen natürlich Einfluß auf die Lage des Wasserspiegels nehmen mußten.

Der Eintritt der Tertiärzeit ist im allgemeinen gekennzeichnet durch den Rückzug der cretacischen Transgressionen und durch die Besiedlung der jetzigen Kontinente mit reichen Säugetierfaunen, deren unvermitteltes Erscheinen zu den auffälligsten Eigentümlichkeiten dieser Epoche gehört und vielleicht ebenfalls auf die Existenz versunkener Kontinentalgebiete hinweist. Die Hauptozeane der Gegenwart sind sämtlich vorhanden und greifen an vielen Stellen über Teile ihrer Umrandung hinweg, nur das alte Arktische Meer ist schon seit der oberen Kreide in seiner Ausdehnung stark reduziert und erst in postglazialer Zeit sinken dort große Landstriche unter den

[1]) Man bringt die Gruppierung zahlreicher Koralleninseln in diesem Ozean mit dem Verlauf versunkener Faltenzüge in Zusammenhang. Auf den Marianen wurden Urgebirgspartien entdeckt.

Wasserspiegel, z. T. sogar weit unter ihr gegenwärtiges Niveau. Die großen Oszillationen der Tertiärzeit, welche aber im allgemeinen mit Vergrößerung der jetzigen Kontinente enden, stehen wohl in Zusammenhang mit den Faltungs- und Eruptionsvorgängen, die besonders den eurasiatischen Gürtel des alten Mittelmeeres sowie die pacifischen Randgebiete betrafen und die weithin geschlossenen Zonen der heutigen großen Kettengebirge erzeugten. Sowohl in der Alten als auch in der Neuen Welt drückt also die Vereinigung der nördlichen und südlichen Kontinentalgebiete den letzten Abschnitten des Tertiär ein besonderes Gepräge auf.

Den obigen Erörterungen über die Verschiebungen der Festlandgrenzen liegt die Vorstellung zugrunde, daß trotz der mannigfachen chemischen Vorgänge (z. B. einerseits Exhalation von Wasser bei den vulkanischen Vorgängen, andererseits Hydratbildung) die marine Wassermenge während der versteinerungführenden Formationen praktisch konstant geblieben ist. Der oszillatorische Charakter der Trans- und Regressionen (vgl. z. B. die geringe epikontinentale Wasserbedeckung am Ende des Paläozoicums und Mesozoicums) darf wohl als Stütze dieser Ansicht betrachtet werden.

In allen über dem gefalteten ältesten Grundgebirge folgenden Formationen tritt ein Gegensatz zwischen relativ schwerer und relativ leichter deformierbaren Teilen der Erdkruste zutage. Zu ersteren gehört durch viele Zeiträume der Block der Südkontinente und die nördliche Kontinentalgruppe (samt dem größten Teile der flachen arktischen Depression), zu letzteren die pacifisch-mediterrane Umrandung. Die Sedimentbildung, welche in letzterer zu Zeiten lange andauernder, durch die Kontraktion der Erdkruste wohl erklärbarer Vertiefung des Bodens (Bildung von „Geosynklinalen“)

tausende Meter von Schichtmächtigkeiten erzeugt, wird wiederholt unterbrochen durch energische Faltungsvorgänge, die das Auftauchen von Kettengebirgen bewirken. Diese zusammengepreßten Zonen gliedern sich allmählich an die Kontinentalblöcke an, welche ja auf die gleiche Weise entstanden sind, es wächst z. B. die nördliche Kontinentalgruppe auf Kosten des pacifisch-mediterranen Randes. Man sollte also eine schließliche Verdrängung der Geosynklinalen erwarten. Nun sind aber die starren Gebiete nicht unveränderlich, durch Senkungen entstehen in ihnen wieder neue tiefe Depressionen, welche die tektonische Rolle von Geosynklinalen übernehmen. Von einer absoluten Konstanz der Ozeane und Kontinente kann unter diesen Umständen nicht die Rede sein.

Es wurden wiederholt Versuche gemacht, die Verteilung der Hauptaufwölbungen und Depressionen der Erdkruste auf ein geometrisches Prinzip zurückzuführen. Ziemlich viele Anhänger hat Lowthian Greens Theorie eines Erdtetraeders, dessen drei nördliche Ecken sich um den Nordpol gruppieren, während die südliche mit der Antarktis zusammenfällt. Selbstverständlich werden für verschiedene Zeitabschnitte mannigfache Deformationen dieser Grundform angenommen; wenn man aber sieht, wie weit sich die altpaläozoische Konfiguration mit den beiden Nordkontinenten und der großen südlichen Festlandgruppe von der angegebenen Vorstellung entfernt, läßt sich wohl nicht leugnen, daß dieser und ähnlichen Interpretationen viel Willkür zugrunde liegt.

Sehr viele ungeklärte Schwierigkeiten bietet das paläoklimatische Problem. Die alte Auffassung, daß früher die weniger stark vorgeschrittene Abkühlung der Erde und der Sonne die relativ gleichmäßige Verteilung vieler Organismen bis in arktische Breiten gestattete, ist schon hinfällig, wenn man bloß auf die zahlreichen Gletscherspuren aus paläozoischer Zeit Rücksicht nimmt.

Bei der Kugelform des Erdkörpers können nun zonare klimatische Unterschiede keineswegs erst ein Merkmal der jüngsten Formationen sein, nur ist es uns leichter, sie in diesen zu beobachten, weil hier noch die vielen Beziehungen zur heutigen Welt Handhaben bieten. Die marinen Tiere, welche die Mehrzahl unserer Leitfossilien bilden, sind überhaupt für die Beurteilung des Klimas nicht durchaus geeignet, da die gleichmäßigeren Temperaturverhältnisse der größeren Wassertiefen, warme Meeresströmungen u. dgl. eine größere Verbreitung von Bewohnern der offenen See begünstigen.

Die Tatsache bedeutender Klimaänderungen steht aber außer Zweifel; die Existenz von Pflanzentypen gemäßigter Breiten im Tertiär arktischer Gebiete ist einer der besten Belege dafür, besonders wenn man bedenkt, daß in der nächstfolgenden Periode arktisches Klima viel größere Teile der Erde beherrschte als jetzt.

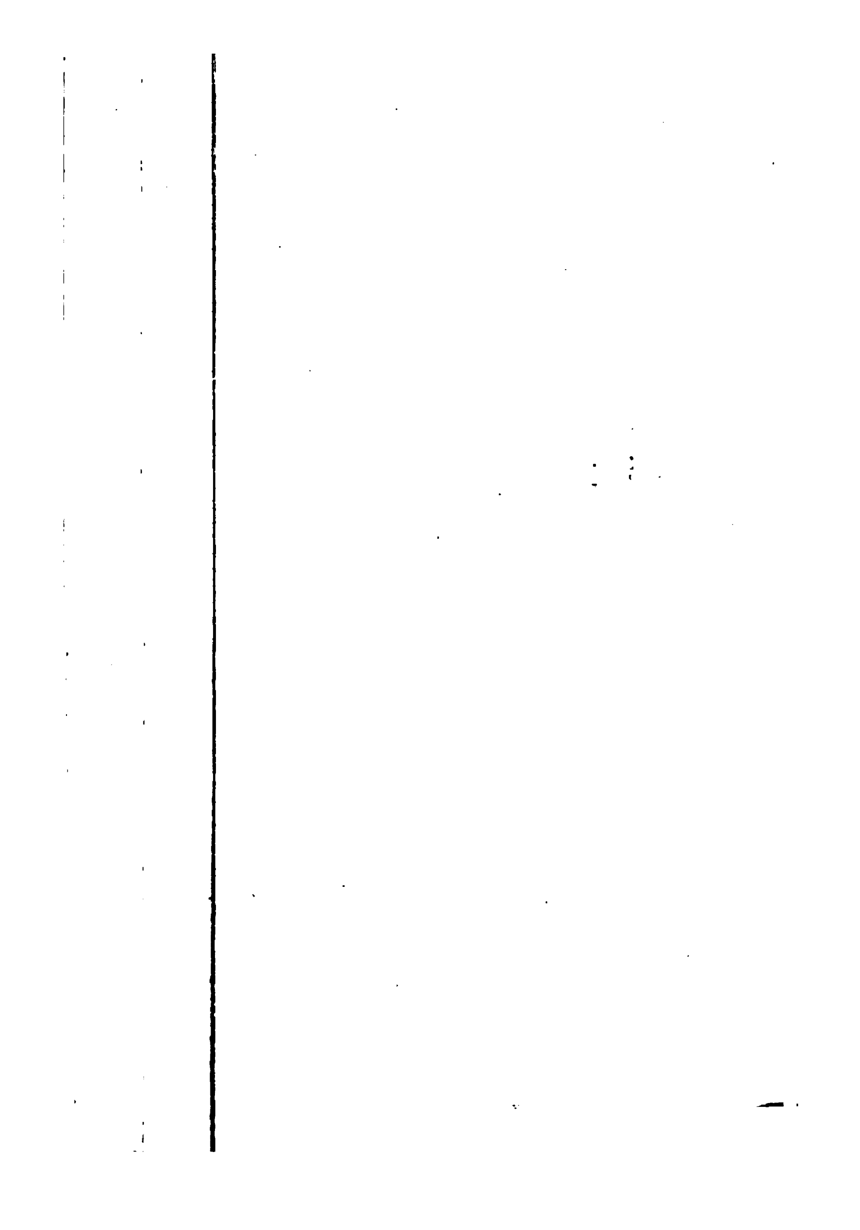
Man hat diese Klimaschwankungen z. T. durch astronomische Theorien zu erklären versucht (Theorie der Polschwankungen; Theorie von Croll[1]) u. a.), man hat ferner Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre in den Kreis der Erwägung gezogen (Theorie von Arrhenius: Kohlensäure, welche zu Zeiten lebhafterer vulkanischer Tätigkeit[2]) in größerer Menge der Luft einverleibt wird, verringert die Wärmeausstrahlung in den Weltenraum).

---

[1]) Croll geht davon aus, daß in bestimmten großen Intervallen bald die nördliche, bald die südliche Hemisphäre Winter im sonnenfernen Abschnitte der elliptischen Erdbahn hat und daß die Exzentrizität der letzteren veränderlich ist; bei sehr großer Exzentrizität der Erdbahn würde die betreffende Halbkugel die Erscheinungen der Eiszeit zeigen.

[2]) Als Zeiten besonders starker Tätigkeit gelten Carbon und Tertiär. F. Frech bringt daher deren üppige Vegetation mit dem Vulkanismus und die folgenden Glazialzeiten mit der Kohlenstoffabsorption durch die in den Flözen aufgestapelte Vegetation in Verbindung. Es ist übrigens sehr schwer, die relative Bedeutung des Vulkanismus in den einzelnen Perioden richtig einzuschätzen, da der Schauplatz wechselt; z. B. war die Jurazeit in der Alten Welt nach unserer Kenntnis durch ein sehr geringes, im pacifischen Teile der Neuen durch ein außerordentliches Maß eruptiver Tätigkeit ausgezeichnet.

Man verweist ferner auf den bedeutenden Einfluß, welchen die großen Veränderungen in der horizontalen und vertikalen Gliederung der Erdkruste auf die verschiedensten klimatischen Faktoren ausüben müssen; selbstverständlich darf man nicht erwarten, daß eine einzige Theorie den Schlüssel für alle paläoklimatischen Probleme bietet. Wie schwierig es ist, die zahlreichen sich bietenden Erklärungsmöglichkeiten gegeneinander abzuwägen, zeigt der Umstand, daß es bis heute noch nicht gelungen ist, eine nach jeder Richtung befriedigende Erklärung der großen Klimaschwankungen innerhalb der Diluvialzeit zu geben.



Sammlung Göschen Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

Bibliothek der Philosophie.

Hauptprobleme der Philosophie von Dr. Georg Simmel, Professor an der Universität Berlin. Nr. 500.

Einführung in die Philosophie von Dr. Max Wentscher, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 281.

Geschichte der Philosophie IV: Neuere Philosophie bis Kant von Dr. Bruno Bauch, Professor an der Univers. Halle a. S. Nr. 394.

Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Professor Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Grundriß der Psychophysik von Professor Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Figuren. Nr. 98.

Ethik von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.

Allgemeine Ästhetik von Prof. Dr. Max Diez, Lehrer an der Kgl. Akademie der bildenden Künste in Stuttgart. Nr. 300.

Bibliothek der Sprachwissenschaft.

Indogermanische Sprachwissenschaft von Dr. R. Meringer, Professor an der Universität Graz. Mit 1 Tafel. Nr. 59.

Germanische Sprachwissenschaft von Dr. Rich. Loewe in Berlin. Nr. 238.

Romanische Sprachwissenschaft von Dr. Adolf Zauner, Privatdozent an der Universität Wien. 2 Bände. Nr. 128, 250.

Semitische Sprachwissenschaft von Dr. C. Brockelmann, Professor an der Universität Königsberg. Nr. 291.

Finnisch-ugrische Sprachwissenschaft von Dr. Josef Szinnyei, Professor an der Universität Budapest. Nr. 463.

Deutsche Grammatik und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Professor Dr. O. Lyon in Dresden. Nr. 20.

Deutsche Poetik von Dr. K. Borinski, Professor an der Universität München. Nr. 40.

Deutsche Redelehre von Hans Probst, Gymnasialprof. in Bamberg. Nr. 61.

Aufsatzentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. Nr. 17.

Wörterbuch nach der neuen deutschen Rechtschreibung v. Dr. Heinrich Klenz. Nr. 200.

Deutsches Wörterbuch von Dr. Richard Loewe in Berlin. Nr. 64.

Das Fremdwort im Deutschen von Dr. Rud. Kleinpaul in Leipzig. Nr. 55.

Deutsches Fremdwörterbuch von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 273.

Plattdeutsche Mundarten v. Prof. Dr. Hub. Grimme, Freiburg (Schweiz). Nr. 461.

Die deutschen Personennamen von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 422.

Länder- und Völkernamen von Dr. Rudolf Kleinpaul in Leipzig. Nr. 478.

Englisch-deutsches Gesprächsbuch von Professor Dr. E. Hausknecht in Lausanne. Nr. 424.

Geschichte der lateinischen Sprache von Dr. Friedrich Stolz, Professor an der Universität Innsbruck. Nr. 492.

Grundriß der lateinischen Sprachlehre v. Prof. Dr. W. Votsch i. Magdeburg. Nr. 82.

Russische Grammatik von Dr. Erich Berneker, Prof. an der Universit. Prag. Nr. 66.

Kleines russisches Vokabelbuch von Dr. Erich Boehme, Lektor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 475.

Russisch-deutsches Gesprächsbuch von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag. Nr. 68.

Russisches Lesebuch mit Glossar v. Dr. Erich Berneker, Prof. a. d. Univ. Prag. Nr. 67.

Geschichte der klassischen Philologie von Dr. Wilh. Kroll, ord. Prof. an der Universität Münster. Nr. 367.

Literaturgeschichtliche Bibliothek.

Deutsche Literaturgeschichte von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.

Deutsche Literaturgeschichte der Klassikerzeit von Prof. Carl Weitbrecht. Durchgesehen und ergänzt von Prof. Dr. Karl Berger. Nr. 161.

Deutsche Literaturgeschichte des 19. Jahrhunderts von Prof. Carl Weitbrecht. Durchgesehen und ergänzt von Dr. Richard Weitbrecht in Wimpfen. 2 Teile. Nr. 134, 135.

Geschichte des deutschen Romans von Dr. Hellmuth Mielke. Nr. 229.

Gotische Sprachdenkmäler mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Herm. Jantzen, Dir. d. Königin-Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 79.

Althochdeutsche Literatur mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Prof. am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Eddalieder mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilh. Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

Das Walthari-Lied. Ein Heldensang aus dem 10. Jahrhundert im Versmaße der Urschrift übersetzt u. erläutert v. Prof. Dr. H. Althof in Weimar. Nr. 46.

Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl mit Einleitungen und Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin-Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 137.

Der Nibelunge Nôt in Auswahl und mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Prof. an der Universität Rostock. Nr. 1.

Kudrun und Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Universität Münster. Nr. 10.

Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höfischen Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch v. Dr. K. Marold, Prof. a. Kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. Pr. Nr. 22.

Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von O. Güntter, Prof. an der Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Die Epigonen des höfischen Epos. Auswahl aus deutschen Dichtungen des 13. Jahrhunderts von Dr. Viktor Junk, Aktuarius der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Nr. 289.

Deutsche Literaturdenkmäler des 14. und 15. Jahrhunderts, ausgewählt und erläutert von Dr. Hermann Jantzen, Direktor der Königin-Luise-Schule in Königsberg i. Pr. Nr. 181.

Deutsche Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. I: Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Deutsche Literaturdenkmäler des 16. Jahrhunderts. II: Hans Sachs. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. Nr. 24.

— **III: Von Brant bis Rollenhagen: Brant, Hutten, Fischart, sowie Tierepos und Fabel.** Ausgewählt u. erläutert von Prof. Dr. Julius Sahr. Nr. 36.

Deutsche Literaturdenkmäler des 17. und 18. Jahrhunderts von Dr. Paul Legband in Berlin. 1. Teil. Nr. 364.

Simplicius Simplicissimus von Hans Jakob Christoffel von Grimmelshausen. In Auswahl herausgegeben von Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.

Das deutsche Volkslied. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Julius Sahr. 2 Bändchen. Nr. 25, 132.

Englische Literaturgeschichte von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.

Grundzüge und Haupttypen der englischen Literaturgeschichte von Dr. Arnold M. M. Schröer, Prof. an der Handelshochschule in Köln. 2 Teile. Nr. 286, 287.

Italienische Literaturgeschichte von Dr. Karl Voßler, Prof. an der Universität Heidelberg. Nr. 125.

Spanische Literaturgeschichte von Dr. Rudolf Beer in Wien. 2 Bde. Nr. 167, 168.

Portugiesische Literaturgeschichte von Dr. Karl von Reinhardstoettner, Prof. an der Königl. Technischen Hochschule München. Nr. 213.

Russische Literaturgeschichte von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

Russische Literatur v. Dr. Erich Boehme, Lektor an d. Handelshochschule Berlin. I. Teil: Auswahl moderner Prosa und Poesie mit ausführlichen Anmerkungen und Akzentbezeichnung. Nr. 403.

— II. Teil: Всеволодъ, Гаршинъ, Разсказы. Mit Anmerkungen und Akzentbezeichnung. Nr. 404.

Slavische Literaturgeschichte von Dr. Josef Karásek in Wien. I: Ältere Literatur bis zur Wiedergeburt. Nr. 277.

— II: Das 19. Jahrhundert. Nr. 278.

Nordische Literaturgeschichte. I: Die isländische und norwegische Literatur des Mittelalters von Dr. Wolfgang Golther, Prof. an der Univ. Rostock. Nr. 254.

Die Hauptliteraturen des Orients von Dr. Mich. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. I: Die Literaturen Ostasiens und Indiens. Nr. 162.

— II: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken. Nr. 163.

Griechische Literaturgeschichte mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Prof. an der Univers. Greifswald. Nr. 70.

Römische Literaturgeschichte von Dr. Herm. Joachim in Hamburg. Nr. 52.

Die Metamorphosen des P. Ovidius Naso. In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 442.

Vergil, Aeneis. In Auswahl mit einer Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Dr. Julius Ziehen in Frankfurt a. M. Nr. 497.

Geschichtliche Bibliothek.

Einleitung in die Geschichtswissenschaft von Dr. Ernst Bernheim, Prof. an der Universität Greifswald. Nr. 270.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moriz Hoernes, Prof. an der Universität in Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.

Geschichte des alten Morgenlandes von Dr. Fr. Hommel, o. ö. Prof. der semitischen Sprachen an der Universität in München. Mit 9 Voll- und Textbildern und 1 Karte des Morgenlandes. Nr. 43.

Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.

Neutestamentliche Zeitgeschichte I: Der historische und kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität Jena. Mit 3 Karten. Nr. 325.

— II: Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Mit einer Planskizze. Nr. 326.

Griechische Geschichte von Dr. Heinrich Swoboda, Prof. an der Deutschen Universität Prag. Nr. 49.

Griechische Altertumskunde von Prof. Dr. Rich. Maisch, neubearbeitet von Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern. Nr. 16.

Römische Geschichte von Realgymnasialdirektor Dr. Julius Koch in Grunewald. Nr. 19.

Römische Altertumskunde von Dr. Leo Bloch in Wien. Mit 8 Vollbild. Nr. 45.

Geschichte des Byzantinischen Reiches von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 190.

Deutsche Geschichte von Prof. Dr. F. Kurze, Oberlehrer am Kgl. Luisengymnasium in Berlin. I: Mittelalter (bis 1519). Nr. 33.

— II: Zeitalter der Reformation und der Religionskriege (1500—1648) Nr. 34.

— III: Vom Westfälischen Frieden bis zur Auflösung des alten Reichs (1648 bis 1806). Nr. 35.

Deutsche Stammeskunde von Dr. Rudolf Much, Prof. an der Universität in Wien. Mit 2 Karten und 2 Tafeln. Nr. 126.

Die deutschen Altertümer von Dr. Franz Fuhse, Direktor des Städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abbildungen. Nr. 124.

Abriß der Burgenkunde von Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 30 Abbildungen. Nr. 119.

Deutsche Kulturgeschichte von Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.

Deutsches Leben im 12. u. 13. Jahrhundert. Realkommentar zu den Volks- und Kunstepen und zum Minnesang. I: Öffentliches Leben. Von Prof. Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. Mit 1 Tafel u. Abbildungen. Nr. 93.

— II: Privatleben. Mit Abbildungen. Nr. 328.

Quellenkunde zur Deutschen Geschichte von Dr. Carl Jacob, Prof. an der Universität in Tübingen. 1. Band. Nr. 279.

Österreichische Geschichte von Prof. Dr. Franz von Krones, neubearbeitet von Dr. Karl Uhlirz, Prof. an der Univ. Graz. I: Von der Urzeit bis zum Tode König Albrechts II. (1439). Mit 11 Stammtafeln. Nr. 104.

— II: Vom Tode König Albrechts II. bis zum Westfälischen Frieden (1440 bis 1648) Mit 2 Stammtafeln. Nr. 105.

Englische Geschichte von Prof. L. Gerber, Oberlehrer in Düsseldorf. Nr. 375.

Französische Geschichte von Dr. R. Sternfeld, Prof. an der Univ. Berlin. Nr. 85.

Russische Geschichte von Dr. Wilhelm Reeb, Oberlehrer am Ostergymnasium in Mainz. Nr. 4.

Polnische Geschichte von Dr. Clemens Brandenburger in Posen. Nr. 338.

Spanische Geschichte von Dr. Gust. Diercks. Nr. 266.

Schweizerische Geschichte v. Dr. K. Dändliker, Prof. a. d. Univ. Zürich. Nr. 188.

Geschichte der christlichen Balkanstaaten (Bulgarien, Serbien, Rumänien, Montenegro, Griechenland) von Dr. K. Roth in Kempten. Nr. 331.

Bayerische Geschichte von Dr. Hans Ockel in Augsburg. Nr. 160.

Geschichte Frankens von Dr. Christian Meyer, Kgl. preuß. Staatsarchivar a. D. in München. Nr. 434.

Sächsische Geschichte von Prof. Otto Kaemmel, Rektor des Nikolaigymnasiums zu Leipzig. Nr. 100.

Thüringische Geschichte von Dr. Ernst Devrient in Leipzig. Nr. 352.

Badische Geschichte von Dr. Karl Brunner, Prof. am Gymnasium in Pforzheim u. Privatdozent der Geschichte an der Techn. Hochschule in Karlsruhe. Nr. 230.

Württembergische Geschichte von Dr. Karl Weller, Professor am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 462.

Geschichte Lothringens von Geh. Reg.-R. Dr. Herm. Derichsweiler in Straßburg. Nr. 6.

Die Kultur der Renaissance. Gesittung, Forschung, Dichtung von Dr. Robert F. Arnold, Professor an der Universität Wien. Nr. 189.

Geschichte des 19. Jahrhunderts von Oskar Jäger, o. Honorarprofessor an der Universität Bonn. 1. Bändchen: 1800—1852. Nr. 216.

— 2. Bändchen: 1853 bis Ende des Jahrhunderts. Nr. 217.

Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Prof. der Geschichte an der Univ. Berlin. Nr. 156.

Die Seemacht in der deutschen Geschichte von Wirkl. Admiralitätsrat Dr. Ernst von Halle, Prof. an der Universität Berlin. Nr. 370.

Geographische Bibliothek.

Physische Geographie von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen. Nr. 26.

Astronomische Geographie von Dr. Siegm. Günther, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in München. Mit 52 Abbildungen. Nr. 92.

Klimakunde. I: Allgemeine Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe der Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln u. 2 Figuren. Nr. 114.

Paläoklimatologie von Dr. Wilh. R. Eckardt, Assistent a. Meteorologischen Observatorium u. d. öffentl. Wetterdienststelle in Aachen. Nr. 482.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Professor a. d. Universität in Innsbruck. Mit 49 Abbildungen und 7 Tafeln. Nr. 54.

Physische Meereskunde von Prof. Dr. Gerhard Schott, Abteilungsvorsteher an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 39 Abb. im Text u. 8 Tafeln. Nr. 112.

Paläogeographie. Geologische Geschichte der Meere u. Festländer v. Dr. Franz Kossmat in Wien. Mit 6 Karten. Nr. 406.

Das Eiszeitalter von Dr. Emil Werth in Berlin-Wilmersdorf. Mit 17 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 431.

Die Alpen von Dr. Rob. Sieger, Prof. an der Universität Graz. Mit 19 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 129.

Gletscherkunde von Dr. Fritz Machaček in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.

Pflanzengeographie von Prof. Dr. Ludwig Diels, Privatdoz. an der Univers. Berlin. Nr. 389.

Tiergeographie von Dr. Arnold Jacobi, Professor der Zoologie an der Königl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 10 Textkärtchen und Profilen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

— **der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Professor an der Exportakademie in Wien. Mit 11 Textkärtchen u. Profil. Nr. 63.

Landeskunde und Wirtschaftsgeographie des Festlandes Australien von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 8 Abbildungen, 6 graphischen Tabellen und 1 Karte. Nr. 319.

— **von Baden** von Professor Dr. O. Kienitz in Karlsruhe. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 199.

— **des Königreichs Bayern** von Dr. W. Götz, Professor an der Königl. Techn. Hochschule München. Mit Profilen, Abbildungen und 1 Karte. Nr. 176.

— **der Republik Brasilien** von Rodolpho von Ihering. Mit 12 Abbildungen und einer Karte. Nr. 373.

— **von Britisch-Nordamerika** von Professor Dr. A. Oppel in Bremen. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 284.

— **von Elsaß-Lothringen** von Prof. Dr. R. Langenbeck in Straßburg i. E. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 215.

— **von Frankreich** von Dr. Richard Neuse, Direktor der Oberrealschule in Spandau. 1. Bändchen. Mit 23 Abbildungen im Text und 16 Landschaftsbildern auf 16 Tafeln. Nr. 466.

— — 2. Bändchen. Mit 15 Abbildungen im Text, 18 Landschaftsbildern auf 16 Tafeln und einer lithographischen Karte. Nr. 467.

— **des Großherzogtums Hessen, der Provinz Hessen-Nassau und des Fürstentums Waldeck** von Prof. Dr. Georg Greim in Darmstadt. Mit 13 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 376.

— **der Iberischen Halbinsel** v. Dr. Fritz Regel, Prof. a. d. Univ. Würzburg. Mit 8 Kärtchen u. 8 Abbild. im Text u. 1 Karte in Farbendruck. Nr. 235.

— **der Großherzogtümer Mecklenburg und der Freien und Hansestadt Lübeck** von Dr. Sebald Schwarz, Direktor der Realschule zum Dom in Lübeck. Mit 17 Abbildungen und Karten im Text, 16 Tafeln und einer Karte in Lithographie. Nr. 487.

— **von Österreich-Ungarn** von Dr. Alfred Grund, Professor an der Universität Berlin. Mit 10 Textillustrationen und 1 Karte. Nr. 244.

— **der Rheinprovinz** von Dr. V. Steinecke, Direktor des Realgymnasiums in Essen. Mit 9 Abb., 3 Kärtchen und 1 Karte. Nr. 308.

— **des Europäischen Rußlands nebst Finnlands** von Dr. Alfred Philippson, ord. Prof. der Geographie an der Universität Halle a. S. Mit 9 Abbildungen, 7 Textkarten und einer lithographischen Karte. Nr. 359.

— **des Königreichs Sachsen** von Dr. J. Zemmrich, Oberlehrer am Realgymnasium in Plauen. Mit 12 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 258.

— **der Schweiz** von Professor Dr. H. Walser in Bern. Mit 16 Abbildungen und einer Karte. Nr. 398.

— **von Skandinavien** (Schweden, Norwegen und Dänemark) von Kreisschulinspektor Heinrich Kerp in Kreuzburg. Mit 11 Abbildungen und 1 Karte. Nr. 202.

— **der Vereinigten Staaten von Nordamerika** von Prof. Heinrich Fischer, Oberlehrer am Luisenstädtischen Realgymnasium in Berlin. Mit Karten, Figuren im Text und Tafeln. 2 Bändchen. Nr. 381, 382.

— **des Königreichs Württemberg** von Dr. Kurt Hassert, Professor an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

Die deutschen Kolonien I: Togo und Kamerun von Prof. Dr. Karl Dove in Göttingen. Mit 16 Tafeln und einer lithogr. Karte. Nr. 441.

Landes- und Volkskunde Palästinas von Privatdozent Dr. G. Hölscher in Halle a. S. Mit 8 Vollbildern und einer Karte. Nr. 345.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbildungen. Nr. 73.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo, F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm und Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin, neu bearbeitet von Dr. M. Groll, Kartograph in Berlin. Mit 71 Abbildungen. Nr. 30.

Mathematische u. astronomische Bibliothek.

Geschichte der Mathematik von Dr. A. Sturm, Professor am Obergymnasium in Seitenstetten. Nr. 226.

Arithmetik und Algebra von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 47.

Beispielsammlung zur Arithmetik und Algebra von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 48.

Algebraische Kurven von Eugen Beutel, Oberreallehrer in Vaihingen-Enz. I: Kurvendiskussion. Mit 57 Figuren im Text. Nr. 435.

Determinanten von Paul B. Fischer, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Groß-Lichterfelde. Nr. 402.

Ebene Geometrie mit 110 zweifarb. Figuren von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Nr. 41.

Darstellende Geometrie I mit 110 Figuren von Dr. Rob. Haußner, Prof. an der Universität Jena. Nr. 142.

— II. Mit 40 Figuren. Nr. 143.

Ebene und sphärische Trigonometrie mit 70 Fig. von Dr. Gerhard Hessenberg, Professor an der Landwirtschaftl. Akademie Bonn-Poppelsdorf. Nr. 99.

Stereometrie mit 66 Figuren von Dr. R. Glaser in Stuttgart. Nr. 97.

Niedere Analysis mit 6 Fig. von Prof. Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Nr. 53.

Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Hermann Schubert, Prof. an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Fünfstellige Logarithmen von Professor Aug. Adler, Direktor der k. k. Staatsoberrealschule in Wien. Nr. 423.

Analytische Geometrie der Ebene mit 57 Figuren von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 65.

Aufgabensammlung zur analytischen Geometrie der Ebene mit 32 Fig. von O. Th. Bürklen, Professor am Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Nr. 256.

Analytische Geometrie des Raumes mit 28 Abbildungen von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Nr. 89.

Aufgabensammlung zur analytischen Geometrie des Raumes mit 8 Fig. von O. Th. Bürklen, Prof. am Realgymnasium in Schwäb.-Gmünd. Nr. 309.

Höhere Analysis von Dr. Friedrich Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. I: Differentialrechnung mit 68 Figuren. Nr. 87.

— II: Integralrechnung mit 89 Figuren. Nr. 88.

Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung mit 46 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 146.

Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung mit 52 Fig. von Dr. Friedr. Junker, Prof. am Karlsgymnasium in Stuttgart. Nr. 147.

Projektive Geometrie in synthetischer Behandlung mit 91 Fig. von Dr. K. Doehlemann, Prof. an der Universität München. Nr. 72.

Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln und Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie, math. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung von O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.

Versicherungsmathematik von Dr. Alfred Loewy, Prof. an der Universität Freiburg i. Br. Nr. 180.

Geometrisches Zeichnen von H. Becker, neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Direktor der Kgl. Baugewerkschule zu Münster i. W. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Vektoranalysis von Dr. Siegfr. Valentiner, Privatdozent für Physik an der Universität Berlin. Mit 11 Figuren. Nr. 354.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, neu bearbeitet von Dr. H. Ludendorff in Potsdam. Mit 15 Abbildungen. Nr. 91.

Astronomie. Größe, Bewegung und Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neubearb. von Dr. Herm. Kobold, Prof. an der Universität Kiel. I: Das Planetensystem. Mit 33 Abbildungen. Nr. 11.

Astronomische Geographie mit 52 Figuren von Dr. Siegm. Günther, Prof. an der Techn. Hochschule in München. Nr. 92.

Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate mit 15 Fig. und 2 Tafeln von Wilh. Weitbrecht, Professor der Geodäsie in Stuttgart. Nr. 302.

Vermessungskunde von Dipl.-Ing. P. Werkmeister, Oberlehrer an der Kaiserl. Technischen Schule in Straßburg i. E. I: Feldmessen und Nivellieren. Mit 146 Abbildungen. Nr. 468.

— II: Der Theodolit. Trigonometrische und barometrische Höhenmessung. Tachymetrie. Mit 109 Abbildungen. Nr. 469.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde mit 56 Abbildungen von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsschule zu Lübeck. Nr. 84.

☛ Gleichzeitig macht die Verlagshandlung auf die „Sammlung Schubert", eine Sammlung mathematischer Lehrbücher, aufmerksam. Ein vollständiges Verzeichnis dieser Sammlung, sowie ein ausführlicher Katalog aller übrigen mathematischen Werke der G. J. Göschenschen Verlagshandlung kann kostenfrei durch jede Buchhandlung bezogen werden.

Naturwissenschaftliche Bibliothek.

Paläontologie und Abstammungslehre von Prof. Dr. Karl Diener in Wien. Mit 9 Abbildungen. Nr. 460.

Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberschulrat in Karlsruhe. Mit Gesundheitslehre von Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel. Nr. 18.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moriz Hoernes, Prof. an der Universität Wien. Mit 53 Abbildungen. Nr. 42.

Völkerkunde von Dr. Michael Haberlandt, k. u. k. Kustos der ethnogr. Sammlung des naturhistor. Hofmuseums u. Privatdozent an der Universität Wien. Mit 51 Abbildungen. Nr. 73.

Tierkunde von Dr. Franz v. Wagner, Prof. an der Universität Graz. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

Abriß der Biologie der Tiere von Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Nr. 131.

Tiergeographie von Dr. Arnold Jacobi, Prof. der Zoologie an der Kgl. Forstakademie zu Tharandt. Mit 2 Karten. Nr. 218.

Das Tierreich. I: Säugetiere, von Oberstudienrat Prof. Dr. Kurt Lampert, Vorsteher des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart. Mit 15 Abbildungen. Nr. 282.

— III: **Reptilien und Amphibien,** von Dr. Franz Werner, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 48 Abbildungen. Nr. 383.

— IV: **Fische,** von Dr. Max Rauther, Privatdozent der Zoologie an der Universität Gießen. Mit 37 Abbildungen. Nr. 356.

— VI: **Die wirbellosen Tiere,** von Dr. Ludwig Böhmig, Prof. der Zoologie an der Universität Graz. I: Urtiere, Schwämme, Nesseltiere, Rippenquallen und Würmer. Mit 74 Figuren. Nr. 439.

Entwicklungsgeschichte der Tiere von Dr. Johs. Meisenheimer, Professor der Zoologie an der Universität Marburg. I: Furchung, Primitivanlagen, Larven, Formbildung, Embryonalhüllen. Mit 48 Fig. Nr. 378.

— II: Organbildung. Mit 46 Figuren. Nr. 379.

Schmarotzer und Schmarotzertum in der Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde von Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Graz. Mit 67 Abbildungen. Nr. 151.

Geschichte der Zoologie von Dr. Rud. Burckhardt, weil. Direktor der Zoologischen Station des Berliner Aquariums in Rovigno (Istrien). Nr. 357.

Die Pflanze, ihr Bau und ihr Leben von Professor Dr. E. Dennert in Godesberg. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.

Das Pflanzenreich. Einteilung des gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau und Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Fig. Nr. 122.

Die Stämme des Pflanzenreichs von Privatdoz. Dr. Rob. Pilger, Kustos am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 22 Abbildungen. Nr. 485.

Pflanzenbiologie von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 127.

Pflanzengeographie von Prof. Dr. Ludwig Diels, Privatdoz. an der Univers. Berlin. Nr. 389.

Morphologie, Anatomie und Physiologie der Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 141.

Die Pflanzenwelt der Gewässer von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.

Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Dr. W. Migula, Prof. an der Forstakademie Eisenach. 2 Teile. Mit 100 Abbildungen. Nr. 268, 269.

Die Nadelhölzer von Prof. Dr. F. W. Neger in Tharandt. Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355.

Nutzpflanzen von Prof. Dr. J. Behrens, Vorst. der Großh. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. Mit 53 Figuren. Nr. 123.

Das System der Blütenpflanzen mit Ausschluß der Gymnospermen von Dr. R. Pilger, Assistent am Kgl. Botanischen Garten in Berlin-Dahlem. Mit 31 Figuren. Nr. 393.

Pflanzenkrankheiten von Dr. Werner Friedrich Bruck in Gießen. Mit 1 farb. Tafel und 45 Abbildungen. Nr. 310.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Professor an d. Universität Bonn. Mit 132 Abbildungen. Nr. 29.

Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung zusammengestellt von Prof. Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Nr. 13.

Paläontologie von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95.

Petrographie von Dr. W. Bruhns, Professor an der Kgl. Bergakademie Clausthal. Mit 15 Abbildungen. Nr. 173.

Kristallographie von Dr. W. Bruhns, Prof. an der Kgl. Bergakademie Clausthal. Mit 190 Abbildungen. Nr. 210.

Geschichte der Physik von A. Kistner, Prof. an der Großh. Realschule zu Sinsheim a. E. I: Die Physik bis Newton. Mit 13 Figuren. Nr. 293.

— II: Die Physik von Newton bis zur Gegenwart. Mit 3 Figuren. Nr. 294.

Theoretische Physik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. der Physik an der Technischen Hochschule in Wien. I. Teil: Mechanik und Akustik. Mit 19 Abbildungen. Nr. 76.

— II. Teil: Licht und Wärme. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

— III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.

— IV. Teil: Elektromagnetische Lichttheorie und Elektronik. Mit 21 Figuren. Nr. 374.

Radioaktivität von Wilh. Frommel. Mit 18 Figuren. Nr. 317.

Physikalische Messungsmethoden von Dr. Wilhelm Bahrdt, Oberlehrer an der Oberrealschule in Groß-Lichterfelde. Mit 49 Figuren. Nr. 301.

Physikalische Aufgabensammlung von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Mit den Resultaten. Nr. 243.

Physikalische Formelsammlung von G. Mahler, Professor am Gymnasium in Ulm. Nr. 136.

Physikalisch-Chemische Rechenaufgaben von Prof. Dr. R. Abegg und Privatdozent Dr. O. Sackur, beide an der Universität Breslau. Nr. 445.

Vektoranalysis von Dr. Siegfr. Valentiner, Privatdozent für Physik an der Universität Berlin. Mit 11 Figuren. Nr. 354.

Geschichte der Chemie von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. I: Von den ältesten Zeiten bis zur Verbrennungstheorie von Lavoisier. Nr. 264.

— II: Von Lavoisier bis zur Gegenwart. Nr. 265.

Anorganische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 37.

Metalloide (Anorganische Chemie I. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 211.

Metalle (Anorganische Chemie II. Teil) von Dr. Oskar Schmidt, dipl. Ingenieur, Assistent an der Kgl. Baugewerkschule in Stuttgart. Nr. 212.

Organische Chemie von Dr. Jos. Klein in Mannheim. Nr. 38.

Chemie der Kohlenstoffverbindungen von Dr. Hugo Bauer, Assistent am chem. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart. I. II: Aliphatische Verbindungen. 2 Teile. Nr. 191, 192.

Bibliothek der Physik.

Siehe unter Naturwissenschaften.

Bibliothek der Chemie.

Siehe unter Naturwissenschaften und Technologie.

Bibliothek der Technologie.

Chemische Technologie.

Allgemeine chemische Technologie v. Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Die Fette und Öle sowie die Seifen- und Kerzenfabrikation und die Harze, Lacke, Firnisse mit ihren wichtigsten Hilfsstoffen von Dr. Karl Braun. I: Einführung in die Chemie, Besprechung einiger Salze und der Fette und Öle. Nr. 335.

— II: Die Seifenfabrikation, die Seifenanalyse und die Kerzenfabrikation. Mit 25 Abbildungen. Nr. 336.

— III: Harze, Lacke, Firnisse. Nr. 337.

Ätherische Öle und Riechstoffe von Dr. F. Rochussen in Miltitz. Mit 9 Abbildungen. Nr. 446.

Die Explosivstoffe. Einführung in die Chemie der explosiven Vorgänge von Dr. H. Brunswig in Neubabelsberg. Mit 16 Abbildungen. Nr. 333.

Brauereiwesen I: Mälzerei von Dr. Paul Dreverhoff, Direktor der Brauer- und Mälzerschule in Grimma. Mit 16 Abbildungen. Nr. 303.

Das Wasser und seine Verwendung in Industrie und Gewerbe von Dipl.-Ing. Dr. Ernst Leher. Mit 15 Abbildungen. Nr. 261.

Wasser und Abwässer. Ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung von Prof. Dr. Emil Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Marburg in Hessen. Nr. 473.

Zündwaren von Direktor Dr. Alfons Bujard, Vorstand des Städt. Chemisch. Laboratoriums in Stuttgart. Nr. 109.

Anorganische chemische Industrie von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. I: Die Leblancsodaindustrie und ihre Nebenzweige. Mit 12 Tafeln. Nr. 205.

— II: Salinenwesen, Kalisalze, Düngerindustrie und Verwandtes. Mit 6 Tafeln. Nr. 206.

— III: Anorganische Chemische Präparate. Mit 6 Tafeln. Nr. 207.

Metallurgie von Dr. Aug. Geitz in München. 2 Bde. Mit 21 Fig. Nr. 313, 314.

Elektrometallurgie von Reg.-R. Dr. Fr. Regelsberger in Steglitz-Berlin. Mit 16 Figuren. Nr. 110.

Die Industrie der Silikate, der künstlichen Bausteine und des Mörtels von Dr. Gustav Rauter. I: Glas- und keramische Industrie. Mit 12 Taf. Nr. 233.

— II: Die Industrie der künstlichen Bausteine und des Mörtels. Mit 12 Tafeln. Nr. 234.

Die Teerfarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der synthetischen Methoden von Dr. Hans Bucherer, Prof. a. d. Kgl. Techn. Hochschule Dresden. Nr. 214.

Mechanische Technologie.

Mechanische Technologie von Geh. Hofrat Prof. A. Lüdicke in Braunschweig. 2 Bde. Nr. 340, 341.

Textil-Industrie I: Spinnerei und Zwirnerei von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 39 Fig. Nr. 184.

— **II:** Weberei, Wirkerei, Posamentiererei, Spitzen- und Gardinenfabrikation und Filzfabrikation von Prof. Max Gürtler, Geh. Regierungsrat im Königl. Landesgewerbeamt zu Berlin. Mit 29 Figuren. Nr. 185.

— **III:** Wäscherei, Bleicherei, Färberei und ihre Hilfsstoffe von Dr. Wilh. Massot, Lehrer an der Preuß. höh. Fachschule für Textil-Industrie in Krefeld. Mit 28 Figuren. Nr. 186.

Die Materialien des Maschinenbaues und der Elektrotechnik von Ingenieur Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 3 Abbildungen. Nr. 476.

Das Holz. Aufbau, Eigenschaften und Verwendung, von Prof. Herm. Wilda in Bremen. Mit 33 Abbildungen. Nr. 459.

Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren von Ingenieur Hans Niese in Kiel. Mit 30 Figuren. Nr. 499.

Bibliothek der Ingenieurwissenschaften.

Das Rechnen in der Technik u. seine Hilfsmittel (Rechenschieber, Rechentafeln, Rechenmaschinen usw.) von Ingenieur Joh. Eugen Mayer in Karlsruhe i. B. Mit 30 Abb. Nr. 405.

Materialprüfungswesen. Einführung in die moderne Technik der Materialprüfung von K. Memmler, Diplom-Ingenieur, ständ. Mitarbeiter am Kgl. Materialprüfungsamte zu Groß-Lichterfelde. I: Materialeigenschaften. — Festigkeitsversuche. — Hilfsmittel für Festigkeitsversuche. Mit 58 Figuren. Nr. 311.

— **II:** Metallprüfung und Prüfung von Hilfsmaterialien des Maschinenbaues. — Baumaterialprüfung. — Papierprüfung. — Schmiermittelprüfung. — Einiges über Metallographie. Mit 31 Figuren. Nr. 312.

Metallographie. Kurze, gemeinfaßliche Darstellung der Lehre von den Metallen und ihren Legierungen, unter besonderer Berücksichtigung der Metallmikroskopie von Prof. E. Heyn und Prof. O. Bauer am Kgl. Materialprüfungsamt (Groß-Lichterfelde) der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin. I: Allgemeiner Teil. Mit 45 Abbildungen im Text und 5 Lichtbildern auf 3 Tafeln. Nr. 432.

— **II:** Spezieller Teil. Mit 49 Abbildungen im Text und 37 Lichtbildern auf 19 Tafeln. Nr. 433.

Statik. I: Die Grundlehren der Statik starrer Körper von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 82 Figuren. Nr. 178.

— **II:** Angewandte Statik. Mit 61 Figuren. Nr. 179.

Festigkeitslehre von W. Hauber, Diplom-Ingenieur. Mit 56 Figuren. Nr. 288.

Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen von R. Haren, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 42 Figuren. Nr. 491.

Hydraulik v. W. Hauber, Diplom-Ingenieur in Stuttgart. Mit 44 Fig. Nr. 397.

Geometrisches Zeichnen von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeitet von Professor J. Vonderlinn in Münster. Mit 290 Figuren und 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Schattenkonstruktionen von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 114 Fig. Nr. 236.

Parallelperspektive. Rechtwinklige und schiefwinklige Axonometrie von Prof. J. Vonderlinn in Münster. Mit 121 Figuren. Nr. 260.

Zentral-Perspektive von Architekt Hans Freyberger, neubearbeitet von Prof. J. Vonderlinn, Dir. d. Kgl. Baugewerkschule, Münster i. W. Mit 132 Figuren. Nr. 57.

Technisches Wörterbuch, enthaltend die wichtigsten Ausdrücke des Maschinenbaues, Schiffbaues und der Elektrotechnik von Erich Krebs in Berlin.
I. Teil: Deutsch-Englisch. Nr. 395.
— II. Teil: Englisch-Deutsch. Nr. 396.
— III. Teil: Deutsch-Französisch. Nr. 453.
— IV. Teil: Französisch-Deutsch. Nr. 454.

Elektrotechnik. Einführung in die moderne Gleich- und Wechselstromtechnik von J. Herrmann, Professor an der Königlich Technischen Hochschule Stuttgart. I: Die physikalischen Grundlagen. Mit 42 Fig. u. 10 Tafeln. Nr. 196.
— II: Die Gleichstromtechnik. Mit 103 Figuren und 16 Tafeln. Nr. 197.
— III: Die Wechselstromtechnik. Mit 126 Fig. u. 16 Taf. Nr. 198.

Die elektrischen Meßinstrumente. Darstellung der Wirkungsweise der gebräuchlichsten Meßinstrumente der Elektrotechnik und kurze Beschreibung ihres Aufbaues von J. Herrmann, Prof. an der Königl. Techn. Hochschule Stuttgart. Mit 195 Fig. Nr. 477.

Radioaktivität von Chemiker Wilh. Frommel. Mit 18 Abbildungen. Nr. 317.

Die Gleichstrommaschine von C. Kinzbrunner, Ingenieur u. Dozent für Elektrotechnik a. d. Municipal School of Technology in Manchester. Mit 78 Fig. Nr. 257.

Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen von Diplom-Elektroingenieur Josef Herzog in Budapest u. Prof. Feldmann in Delft. Mit 68 Fig. Nr. 456.

Die elektrische Telegraphie von Dr. Ludwig Rellstab. Mit 19 Figuren. Nr. 172.

Das Fernsprechwesen v. Dr. Ludw. Rellstab in Berlin. Mit 47 Fig. u. 1 Taf. Nr. 155.

Vermessungskunde von Dipl.-Ing. Oberlehrer P. Werkmeister. 2 Bändchen. Mit 255 Abbildungen. Nr. 468, 469.

Maurer- u. Steinhauerarbeiten von Prof. Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 419—421.

Zimmerarbeiten von Carl Opitz, Oberlehrer an der Kais. Technischen Schule in Straßburg i. E. I: Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkswände, Hänge- und Sprengewerke. Mit 169 Abbildungen. Nr. 489.
— II: Dächer, Wandbekleidungen, Simsschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. Mit 167 Abbildungen. Nr. 490.

Eisenkonstruktionen im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch mit Beispielen von Ingenieur Karl Schindler in Meißen. Mit 115 Figuren. Nr. 322.

Der Eisenbetonbau von Reg.-Baumeister Karl Rößle in Berlin-Steglitz. Mit 77 Abbildungen. Nr. 349.

Heizung und Lüftung von Ingenieur Johannes Körting, Direktor der Akt.-Ges. Gebrüder Körting in Düsseldorf. I: Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 31 Figuren. Nr. 342.
— II: Die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlagen. Mit 195 Fig. Nr. 343.

Gas- und Wasserinstallationen mit Einschluß der Abortanlagen von Professor Dr. phil. u. Dr.-Ing. Eduard Schmitt in Darmstadt. Mit 119 Abbild. Nr. 412.

Das Veranschlagen im Hochbau. Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen des Kostenanschlages von Emil Beutinger, Architekt B.D.A., Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit vielen Figuren. Nr. 385.

Bauführung. Kurzgefaßtes Handbuch über das Wesen der Bauführung von Architekt Emil Beutinger, Assistent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 25 Figuren und 11 Tabellen. Nr. 399.

Die Baukunst des Schulhauses von Prof. Dr.-Ing. Ernst Vetterlein in Darmstadt. I: Das Schulhaus. Mit 38 Abbildungen. Nr. 443.
— II: Die Schulräume. — Die Nebenanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 444.

Öffentliche Bade- und Schwimmanstalten von Dr. Karl Wolff, Stadt-Oberbaurat in Hannover. Mit 50 Fig. Nr. 380.

Wasserversorgung der Ortschaften von Dr.-Ing. Rob. Weyrauch, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 85 Figuren. Nr. 5.

Die Kalkulation im Maschinenbau von Ingenieur H. Bethmann, Dozent am Technikum Altenburg. Mit 61 Abbildungen. Nr. 486.

Die Maschinenelemente. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 86 Figuren. Nr. 3.

Metallurgie von Dr. Aug. Geitz, diplom. Chemiker in München. I. II. Mit 21 Figuren. Nr. 313, 314.

Eisenhüttenkunde von A. Krauß, diplomierter Hütteningenieur. I: Das Roheisen. Mit 17 Figuren und 4 Tafeln. Nr. 152.
— II: Das Schmiedeeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

Lötrohrprobierkunde. Qualitative Analyse mit Hilfe des Lötrohres von Dr. Martin Henglein in Freiberg. Mit 10 Figuren. Nr. 483.

Technische Wärmelehre (Thermodynamik) von K. Walther und M. Röttinger, Diplom-Ingenieuren. Mit 54 Figuren. Nr. 242.

Die thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraft- und Kältemaschinen von M. Röttinger, Diplom-Ingenieur in Mannheim. Mit 73 Figuren. Nr. 2.

Die Dampfmaschine. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. d. prakt. Gebrauch v. Friedr. Barth, Obering., Nürnberg. Mit 48 Fig. Nr. 8.

Die Dampfkessel. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium u. den prakt. Gebrauch v. Friedr. Barth, Obering., Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 9.

Die Gaskraftmaschinen. Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten v. Ingenieur Alfred Kirschke in Halle a. S. Mit 55 Figuren. Nr. 316.

Die Dampfturbinen, ihre Wirkungsweise und Konstruktion von Ing. Hermann Wilda, Professor am staatl. Technikum in Bremen. Mit 104 Abb. Nr. 274.

Die zweckmäßigste Betriebskraft von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. I: Einleitung. Dampfkraftanlagen. Verschiedene Kraftmaschinen. Mit 27 Abbildungen. Nr. 224.
— II: Gas-, Wasser- und Wind-Kraftanlagen. Mit 31 Abbildungen. Nr. 225.
— III: Elektromotoren. Betriebskostentabellen. Graphische Darstellungen. Wahl der Betriebskraft. Mit 27 Abbildungen. Nr. 474.

Eisenbahnfahrzeuge von H. Hinnenthal, Kgl. Regierungsbaumeister und Oberingenieur in Hannover. I: Die Lokomotiven. Mit 89 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Nr. 107.
— II: Die Eisenbahnwagen und Bremsen. Mit 56 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. Nr. 108.

Die Hebezeuge, ihre Konstruktion und Berechnung von Ingenieur Hermann Wilda, Prof. am staatl. Technikum in Bremen. Mit 399 Abbildungen. Nr. 414.

Pumpen, hydraulische und pneumatische Anlagen. Ein kurzer Überblick von Regierungsbaumeister Rudolf Vogdt, Oberlehrer an der Königl. höheren Maschinenbauschule in Posen. Mit 59 Abbildungen. Nr. 290.

Die landwirtschaftlichen Maschinen von Karl Walther, Diplom-Ingenieur in Mannheim. 3 Bändchen. Mit vielen Abbildungen. Nr. 407—409.

Die Preßluftwerkzeuge von Diplom-Ingenieur P. Iltis, Oberlehrer an der Kaiserl. Technischen Schule in Straßburg. Mit 82 Figuren. Nr. 493.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor der Navigationsschule zu Lübeck. Mit 56 Abbildungen. Nr. 84.

Bibliothek der Rechts- u. Staatswissenschaften.

Allgemeine Rechtslehre von Dr. Th. Sternberg, Privatdozent an der Univers. Lausanne. I: Die Methode. Nr. 169.

— II: Das System. Nr. 170.

Recht des Bürgerlichen Gesetzbuches. Erstes Buch: Allgemeiner Teil. I: Einleitung — Lehre von den Personen und von den Sachen von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 447.

— — II: Erwerb und Verlust, Geltendmachung und Schutz der Rechte von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 448.

— **Zweites Buch:** Schuldrecht. I. Abteilung: Allgemeine Lehren von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 323.

— — II. Abteilung: Die einzelnen Schuldverhältnisse von Dr. Paul Oertmann, Professor an der Universität Erlangen. Nr. 324.

— **Drittes Buch:** Sachenrecht von Dr. F. Kretzschmar, Oberlandesgerichtsrat in Dresden. I: Allgemeine Lehren. Besitz und Eigentum. Nr. 480.

— — II: Begrenzte Rechte. Nr. 481.

— **Viertes Buch:** Familienrecht von Dr. Heinrich Titze, Professor an der Univ. Göttingen. Nr. 305.

Deutsches Handelsrecht von Prof. Dr. Karl Lehmann in Rostock. 2 Bändchen. Nr. 457, 458.

Das deutsche Seerecht von Dr. Otto Brandis, Oberlandesgerichtsrat in Hamburg. 2 Bände. Nr. 386, 387.

Postrecht von Dr. Alfred Wolcke, Postinspektor in Bonn. Nr. 425.

Allgemeine Staatslehre von Dr. Hermann Rehm, Prof. an der Universität Straßburg i. E. Nr. 358.

Allgemeines Staatsrecht von Dr. Julius Hatschek, Prof. an der Universität Göttingen. 3 Bändchen. Nr. 415—417.

Preußisches Staatsrecht von Dr. Fritz Stier-Somlo, Prof. an der Univers. Bonn. 2 Teile. Nr. 298, 299.

Deutsches Zivilprozeßrecht von Professor Dr. Wilhelm Kisch in Straßburg i. E. 3 Bände. Nr. 428—430.

Kirchenrecht von Dr. Emil Sehling, ord. Prof. der Rechte in Erlangen. Nr. 377.

Das deutsche Urheberrecht an literarischen, künstlerischen und gewerblichen Schöpfungen, mit besonderer Berücksichtigung der internationalen Verträge von Dr. Gustav Rauter, Patentanwalt in Charlottenburg. Nr. 263.

Der internationale gewerbliche Rechtsschutz von J. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamts zu Berlin. Nr. 271.

Das Urheberrecht an Werken der Literatur und der Tonkunst, das Verlagsrecht und das Urheberrecht an Werken der bildenden Künste und der Photographie von Staatsanwalt Dr. J. Schlittgen in Chemnitz. Nr. 361.

Das Warenzeichenrecht. Nach dem Gesetz zum Schutz der Warenbezeichnungen vom 12. Mai 1894 von J. Neuberg, Kaiserl. Regierungsrat, Mitglied des Kaiserl. Patentamtes zu Berlin. Nr. 360.

Der unlautere Wettbewerb von Rechtsanwalt Dr. Martin Wassermann in Hamburg. Nr. 339.

Deutsches Kolonialrecht von Dr. H. Edler v. Hoffmann, Professor an der Kgl. Akademie Posen. Nr. 318.

Militärstrafrecht von Dr. Max Ernst Mayer, Prof. an der Universität Straßburg i. E. 2 Bände. Nr. 371, 372.

Deutsche Wehrverfassung von Kriegsgerichtsrat Carl Endres i. Würzburg. Nr. 401.

Forensische Psychiatrie von Prof. Dr. W. Weygandt, Direktor der Irrenanstalt Friedrichsberg in Hamburg. 2 Bändchen. Nr. 410 u. 411.

Volkswirtschaftliche Bibliothek.

Volkswirtschaftslehre von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an der Universität Tübingen. Nr. 133.

Volkswirtschaftspolitik von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 177.

Gewerbewesen von Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. 2 Bände. Nr. 203, 204.

Das Handelswesen von Dr. Wilh. Lexis, Professor an der Universität Göttingen. I: Das Handelspersonal und der Warenhandel. Nr. 296.

— II. Die Effektenbörse und die innere Handelspolitik. Nr. 297.

Auswärtige Handelspolitik von Dr. Heinrich Sieveking, Professor an der Universität Zürich. Nr. 245.

Das Versicherungswesen von Dr. jur. Paul Moldenhauer, Professor der Versicherungswissenschaft an der Handelshochschule Köln. Nr. 262.

Versicherungsmathematik von Dr. Alfred Loewy, Professor an der Universität Freiburg i. B. Nr. 180.

Die gewerbliche Arbeiterfrage von Dr. Werner Sombart, Professor an der Handelshochschule Berlin. Nr. 209.

Die Arbeiterversicherung von Professor Dr. Alfred Manes in Berlin. Nr. 267.

Finanzwissenschaft von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. I. Allgemeiner Teil. Nr. 148.

— II. Besonderer Teil (Steuerlehre). Nr. 391.

Die Steuersysteme des Auslandes von Geh. Oberfinanzrat O. Schwarz in Berlin. Nr. 426.

Die Entwicklung der Reichsfinanzen von Präsident Dr. R. van der Borght in Berlin. Nr. 427.

Die Finanzsysteme der Großmächte. (Internat. Staats- u. Gemeinde-Finanzwesen.) Von O. Schwarz, Geh. Oberfinanzrat, Berlin. 2 Bdch. Nr. 450, 451.

Soziologie von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 101.

Die Entwicklung der sozialen Frage von Prof. Dr. Ferd. Tönnies in Eutin. Nr. 353.

Armenwesen und Armenfürsorge. Einführung in die soziale Hilfsarbeit von Dr. Adolf Weber, Professor an der Handelshochschule in Köln. Nr. 346.

Die Wohnungsfrage von Dr. L. Pohle, Professor der Staatswissenschaften zu Frankfurt a. M. I: Das Wohnungswesen in der modernen Stadt. Nr. 495.

— II: Die städtische Wohnungs- und Bodenpolitik. Nr. 496.

Das Genossenschaftswesen in Deutschland von Dr. Otto Lindecke, Sekretär des Hauptverbandes deutscher gewerblicher Genossenschaften. Nr. 384.

Theologische und religionswissenschaftliche Bibliothek.

Die Entstehung des Alten Testaments von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universität in Jena. Nr. 272.

Alttestamentliche Religionsgeschichte von D. Dr. Max Löhr, Professor an der Universität Breslau. Nr. 292.

Geschichte Israels bis auf die griechische Zeit von Lic. Dr. J. Benzinger. Nr. 231.

Landes- u. Volkskunde Palästinas von Lic. Dr. Gustav Hölscher in Halle. Mit 8 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 345.

Die Entstehung d. Neuen Testaments v. Prf. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 285.

Die Entwicklung der christlichen Religion innerhalb des Neuen Testaments von Prof. Lic. Dr. Carl Clemen in Bonn. Nr. 388.

Neutestamentliche Zeitgeschichte von Lic. Dr. W. Staerk, Professor an der Universitat in Jena. I: Der historische u. kulturgeschichtliche Hintergrund des Urchristentums. Nr. 325.

— II: Die Religion des Judentums im Zeitalter des Hellenismus und der Römerherrschaft. Nr. 326.

Die Entstehung des Talmuds von Dr. S. Funk in Boskowitz. Nr. 479.

Abriß der vergleichenden Religionswissenschaft von Prof. Dr. Th. Achelis in Bremen. Nr. 208.

Die Religionen der Naturvölker im Umriß von Dr. Th. Achelis, weiland Professor in Bremen. Nr. 449.

Indische Religionsgeschichte von Prof. Dr. Edmund Hardy. Nr. 83.

Buddha von Professor Dr. Edmund Hardy. Nr. 174.

Griechische und römische Mythologie von Dr. Hermann Steuding, Rektor des Gymnasiums in Schneeberg. Nr. 27.

Germanische Mythologie von Dr. E. Mogk, Professor an der Universität Leipzig. Nr. 15.

Die deutsche Heldensage von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Professor an der Universität Münster. Nr. 32.

Pädagogische Bibliothek.

Pädagogik im Grundriß von Professor Dr. W. Rein, Direktor des Pädagogischen Seminars an der Universität in Jena. Nr. 12.

Geschichte der Pädagogik von Oberlehrer Dr. H. Weimer in Wiesbaden. Nr. 145.

Schulpraxis. Methodik der Volksschule von Dr. R. Seyfert, Seminardirektor in Zschopau. Nr. 50.

Zeichenschule von Professor K. Kimmich in Ulm. Mit 18 Tafeln in Ton-, Farben- u. Golddruck u. 200 Voll- u. Textbildern. Nr. 39.

Bewegungsspiele von Dr. E. Kohlrausch, Prof. am Kgl. Kaiser-Wilhelms-Gymnasium zu Hannover. Mit 14 Abbildungen. Nr. 96.

Geschichte des deutschen Unterrichtswesens von Professor Dr. Friedrich Seiler, Direktor des Königlichen Gymnasiums zu Luckau. I: Von Anfang an bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Nr. 275.

— II: Vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis auf die Gegenwart. Nr. 276.

Das deutsche Fortbildungsschulwesen nach seiner geschichtlichen Entwicklung und in seiner gegenwärtigen Gestalt von H. Sierds, Direktor der städt. Fortbildungsschulen in Heide i. Holstein. Nr. 392.

Die deutsche Schule im Auslande von Hans Amrhein, Direktor der deutschen Schule in Lüttich. Nr. 259.

Bibliothek der Kunst.

Stilkunde von Prof. Karl Otto Hartmann in Stuttgart. Mit 7 Vollbildern und 195 Textillustrationen. Nr. 80.

Die Baukunst des Abendlandes von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbildungen. Nr. 74.

Die Plastik des Abendlandes von Dr. Hans Stegmann, Direktor des Bayr. Nationalmuseums in München. Mit 23 Tafeln. Nr. 116.

Die Plastik seit Beginn des 19. Jahrhunderts von A. Heilmeyer in München. Mit 41 Vollbildern auf amerikanischem Kunstdruckpapier. Nr. 321.

Die graphischen Künste v. Carl Kampmann, k. k. Lehrer an der k. k. Graphischen Lehr- u. Versuchsanstalt in Wien. Mit zahlreichen Abbild. u. Beilagen. Nr. 75.

Die Photographie von H. Keßler, Prof. an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln und 52 Abbildungen. Nr. 94.

Bibliothek der Musik.

Allgemeine Musiklehre von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 220.

Musikalische Akustik von Dr. Karl L. Schäfer, Dozent an der Universität Berlin. Mit 35 Abbildungen. Nr. 21.

Harmonielehre von A. Halm. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

Musikalische Formenlehre (Kompositionslehre) von Prof. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149, 150.

Kontrapunkt. Die Lehre von der selbständigen Stimmführung von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 390.

Fuge. Erläuterung und Anleitung zur Komposition derselben von Professor Stephan Krehl in Leipzig. Nr. 418.

Instrumentenlehre von Musikdirektor Franz Mayerhoff in Chemnitz. I: Text. II: Notenbeispiele. Nr. 437, 438.

Musikästhetik von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. Nr. 344.

Geschichte der alten und mittelalterlichen Musik von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbildungen und Musikbeilagen. I. II. Nr. 121, 347.

Musikgeschichte des 17. u. 18. Jahrhunderts v. Dr. K. Grunsky i. Stuttgart. Nr. 239.

— seit Beginn des 19. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II. Nr. 164, 165.
